



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 39 39 191.4
22 Anmeldetag: 27. 11. 89
43 Offenlegungstag: 29. 5. 91

71 Anmelder:
Lumiflex GmbH & Co KG Elektronik, 8000 München,
DE

74 Vertreter:
von Samson-Himmelstjerna, F., Dipl.-Phys.; von
Bülow, T., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dr. rer. pol.,
Pat.-Anwälte, 8000 München

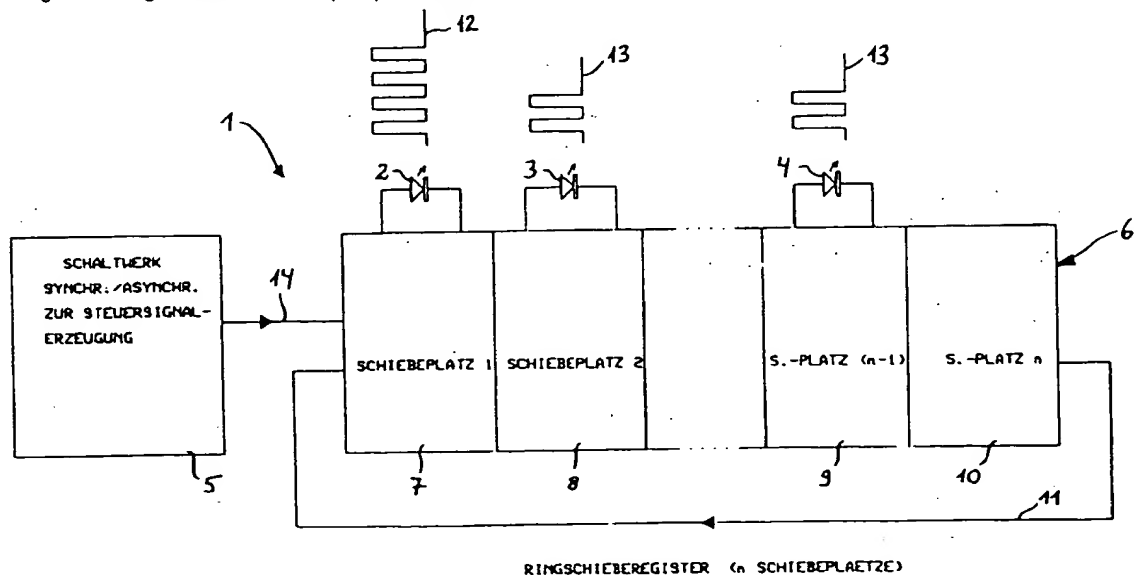
72 Erfinder:
Haberl, Paul; Lehner, Werner, 8000 München, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Mehrstrahlige Einweglichtschranke

Die mehrstrahlige Einweglichtschranke sendet Puls-Pausen-modulierte Impulse mit einer Kennung aus. Die Kennung einer ausgewählten Sendediode (2) unterscheidet sich von der Kennung der übrigen Sendedioden (3, 4). Die Kennung

(12) der ausgewählten Infrarot-Sendediode (2) dient zur Synchronisation des Empfängers (15) auf den Sender (1) (Fig. 1).



Die Erfindung bezieht sich auf eine mehrstrahlige Einweglichtschranke gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1. Eine derartige Lichtschranke ist aus einem Firmenprospekt der Firma Honeywell mit der Bezeichnung "Serie FF-SB14 Unfallschutzgitter-Einweg-Lichtschranken" (Geräte-Information E215) bekannt. Es sind voneinander getrennte Sender und Empfänger vorgesehen, die über einen separaten Synchronisationsstrahl das periodische Aktivieren von Sende- und Empfangsdioden synchronisieren. Der Synchronisationsstrahl hat dabei umgekehrte Richtung gegenüber den Lichtstrahlen, läuft also vom "Empfänger" zum "Sender".

Aus einem Firmenprospekt der Firma Reer S.A.S. mit dem Titel "Sicurprocessor" ist ein Zweifach-Lichtgitter bekannt, bei dem Sender und Empfänger in einem Gehäuse untergebracht sind und das Licht vom Sender über das Schutzfeld zu einem Reflektor und von dort zurück zum Empfänger geleitet wird. Auch dort sind einzelne Sende- und Empfangsdioden vorgesehen, die von einer gemeinsamen Zentraleinheit gesteuert werden, wobei diese Zentraleinheit 2 Ausgangskanäle zur Ansteuerung von zwei getrennten Relais hat. Das von den Leuchtdioden ausgesandte Infrarot-Licht ist moduliert, um Störungen durch Fremdlicht zu vermeiden.

Aus einem Firmenprospekt der Firma Fasnacht mit dem Titel "Lichtgitter-Unfallschutz" (P1141/1) ist ein Einweglichtgitter mit Sender- und Empfänger bekannt, bei dem ebenfalls auf der Senderseite nacheinander fortschaltend je ein Lichtimpuls pro Senderelement ausgelöst wird. Sender und Empfänger sind über ein gemeinsames Auswerte- und Schaltgerät miteinander gekoppelt. Die Auswertung arbeitet mit zwei Kriterien:

- a) Das letzte Empfängersignal muß zeitlich mit dem letzten Senderimpuls zusammenfallen; und
- b) Die Summe der Empfangssignale muß der Strahlenganzahl des Lichtgitters entsprechen.

Bei Strahlunterbrechung ist mindestens eines der beiden Kriterien nicht mehr erfüllt. Die Auswertung erfolgt dort über zwei getrennte Kanäle. Es wird also das Sicherheitskonzept der Redundanz angewandt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Einweglichtschranke der eingangs genannten Art noch sicherer zu gestalten, so daß bei allen möglichen Unterbrechungen eines der Lichtstrahlen und bei jedweden möglichen Fehlern, sei es durch Ausfall einzelner oder mehrerer Komponenten oder sei es durch sonstige Fremdstörungen stets optimale Sicherheit erreicht wird.

Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhaft Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Generell erfolgt die Signalübertragung vom Sender zum Empfänger ausschließlich durch Lichtimpulse. Ausgewertet werden das Zeitverhalten der Impulse und/oder ihre Taktzahl. Jede Leuchtdiode sendet vorzugsweise Doppelimpulse aus, die eindeutig gegen Fremdlicht, wie z. B. Stroboskop-Lampen, startende Neonlampen etc., unterschieden werden können. Eine ausgewählte (vorzugsweise die erste) Leuchtdiode sendet eine davon unterschiedlich größere Impulszahl aus, die zur Synchronisation zwischen Sender und Empfänger verwendet wird.

Die Ansteuerung der Leuchtdioden erfolgt über eine

als rückgekoppeltes Schieberegister wirkende Kette von D-Flip-Flops, durch die eine einzige logische "1" geschoben wird. Sollten mehr als eine "1" im Schieberegister enthalten sein, so wird dies als Fehler erkannt. Zur weiteren Erhöhung der Sicherheit sind im Empfänger zwei voneinander unabhängige Kanäle vorhanden, die auch je einen eigenen Taktgeber haben. Jeder Kanal synchronisiert sich unabhängig vom anderen Kanal auf den Sender. Ein "Handshake"-Betrieb prüft, ob beide Kanäle das gleiche Ergebnis anzeigen. Nur wenn dies der Fall ist, erfolgt eine Freigabe. Insoweit wird für das Sicherheitskonzept durch die Zweikanaligkeit die Redundanz angewandt. Die Verknüpfung beider Kanäle erfolgt über einen "Fail-Safe"-Vergleicher in Kontakttechnik, wobei jeweils ein (Relais-) Kontakt des einen Kanals im Auswertekreis des anderen Kanals liegt. Nur wenn beide Kanäle gleichzeitig eine Freigabe melden, wird ein Freigabesignal am Ausgang erzeugt. Meldet dagegen ein Kanal zu einem Zeitpunkt einen ungestörten Betrieb, während der andere es noch nicht meldet, so erfolgt eine Sperrung und es kann auch, wenn der andere Kanal etwas später eine Freigabe meldet, kein Ausgangs-Freigabesignal mehr erzeugt werden. Zur weiteren Erhöhung der Sicherheit können auch Kontakte externer Relais in den Auswertekreis eingeschleift werden, so daß zusätzlich noch eine Kontaktüberwachung stattfindet.

Die Empfangsdioden im Verstärker werden über diskrete Schalter angesteuert, die Signale von den Empfangsdioden auf Sammelleitungen der einzelnen Kanäle durchschalten. Dadurch, daß diese Schalter diskret aufgebaut sind, besteht keine Gefahr des Wechselsprechens. Die Flip-Flop-Kette in Sender und Empfänger ist jeweils um eine Stufe länger als die Anzahl der Dioden. Damit kann überwacht werden, ob alle diskreten Schalter offen sind.

Die einzelnen Dioden werden mit einer relativ hohen Taktfrequenz nacheinander aktiviert. Da bei sehr schnellen Mikrocontrollern häufig Fehler auftreten, erfolgt die Auswertung der schnell aufeinanderfolgenden Signale durch schnelle Komparatoren und schnelle monostabile Flip-Flops, die die Signale zu schnellen Zählern leiten. Die Zählergebnisse der einzelnen Lichtimpulse stehen dann für längere Zeit am Ausgang des Zählers an und können dann in den langsameren Mikrocontroller übernommen werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Merkmale der Erfindung sind der nachfolgenden Beschreibung zu entnehmen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit der Zeichnung ausführlicher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 Das Funktionsprinzip des Senders;

Fig. 2 Das Funktionsprinzip des Empfängers;

Fig. 3 Ein Blockschaltbild des Senders;

Fig. 4 Ein detailliertes Schaltbild des Senders;

Fig. 5 Ein Blockschaltbild der Steuereinheit des Senders mit erstem Schiebepfad;

Fig. 6 Ein detailliertes Schaltbild der Steuereinheit des Senders;

Fig. 7 Impulsdiagramme zur Erläuterung einzelner Funktionen des Senders;

Fig. 8 Impulsdiagramme zur Erläuterung weiterer Funktionen des Senders;

Fig. 9 Ein Blockschaltbild des Empfängers;

Fig. 10 Ein detailliertes Schaltbild des Empfängers;

Fig. 11 Ein Blockschaltbild einer Steuereinheit des Empfängers;

Fig. 12 Ein detailliertes Schaltbild einer Steuereinheit des Empfängers;

Fig. 13 Ein Blockschaltbild der Eingabe/Ausgabeeinheit des Empfängers einschließlich Vergleicher nach einem ersten Ausführungsbeispiel;

Fig. 14 Ein detailliertes Schaltbild der Eingabe/Ausgabeeinheit des Empfängers;

Fig. 15 Ein Blockschaltbild der Analogschalter des Empfängers;

Fig. 16 Ein detailliertes Schaltbild der Analogschalter des Empfängers;

Fig. 17 Ein Flußdiagramm zur Erläuterung der Grobstruktur der Funktion des Mikrocontrollers;

Fig. 18 Ein Blockschaltbild des Empfängers (ähnlich Fig. 2) nach einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 19 Ein Blockschaltbild der Eingabe/Ausgabeeinheit des Empfängers einschließlich Vergleiche (ähnlich Fig. 13) gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 20 Ein detailliertes Schaltbild eines Teiles der Eingabe/Ausgabeeinheit des Empfängers (ähnlich Fig. 14 jedoch ohne Taktsteuerung) nach einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 21 Ein Schaltbild (ähnlich Fig. 20) mit fester Beschaltung für Schützkontrolle, Betriebsart und Wiederanlaufsperrung;

Fig. 22 Ein Schaltbild (ähnlich Fig. 20) mit Betriebsartwahlschalter;

Fig. 23 Ein detailliertes Schaltbild der Taktsteuerung nach dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 1 zeigt das Funktionsprinzip des Senders. Im Sender 1 ist eine Anzahl von Leuchtdioden 2, 3, 4 in vorbestimmtem Abstand in einer Reihe angeordnet. Die Leuchtdiode 2 ist die erste dieser Reihe, die Leuchtdiode 3, die zweite und die Leuchtdiode 4 die letzte dieser Reihe. Die elektrische Ansteuerung der Leuchtdioden ist einkanalisches aus digitalen Schaltkreisen aufgebaut und besteht im wesentlichen aus einem Schaltwerk 5 zur Steuersignalerzeugung und einem Ringschieberegister 6 mit einer Anzahl n von Schiebeplätzen, wobei diese Anzahl n um 1 größer ist als die Anzahl $(n-1)$ der Leuchtdioden 2-4. Jede Leuchtdiode ist einem Schiebeplatz 7, 8, 9 zugeordnet und wird von diesem aktiviert. Da das Ringschieberegister 6 einen Schiebeplatz 10 mehr aufweist als angeschlossene Leuchtdioden, ist an dem letzten Schiebeplatz 10 keine Leuchtdiode angeschlossen. Der letzte Schiebeplatz 10 ist durch eine Rückführleitung 11 mit dem Eingang des ersten Schiebeplatzes 7 verbunden. In dem Ringschieberegister 6 wird eine "1" getaktet durchgeschoben und nach vollständigem Durchlauf des Registers wieder dem ersten Schiebeplatz rückgeführt. Damit werden zeitlich nacheinander die einzelnen Leuchtdioden 2-4 aktiviert. Jede aktivierte Leuchtdiode sendet codierte Lichtimpulse mit einer bestimmten Kennung aus. Dabei unterscheidet sich die Kennung einer ausgewählten Leuchtdiode, hier der ersten Leuchtdiode 2, von der Kennung der übrigen Leuchtdioden, die jeweils gleiche Kennung haben. Die Kennung der ersten Leuchtdiode 2 besteht hier aus vier Impulsen 12, während die Kennung der übrigen Leuchtdioden 3...4 aus jeweils zwei Impulsen 13 besteht. Die Kennung 12 der ersten Leuchtdiode 2 wird zur Synchronisation des Empfängers verwendet.

Der letzte Schiebeplatz 10 des Ringschieberegisters 6 dient zur Erzeugung einer Verzögerungszeit, die vom Empfänger zur Durchführung eines Tests genutzt wird.

Nach Anlegen der Netzspannung wird das Ringschie-

beregister 6 vollständig gelöscht. Anschließend wird eine "1" von dem Schaltwerk 5 in den ersten Schiebeplatz 7 gesetzt und anschließend im Kreis weitergeschoben. Dieser Schiebevorgang wird kontinuierlich ausgeführt, so lange die Netzspannung anliegt. Sobald eine "1" in einen Schiebeplatz 7...9 geschoben ist, sendet die dort angeschlossene Leuchtdiode 2...4 ihre Impulsgruppe ab.

Fig. 2 zeigt das Funktionsprinzip des Empfängers 15. Er besitzt eine der Anzahl der Leuchtdioden 2...4 entsprechende Anzahl von Photodetektoren 16...18, wobei jeder Photodetektor 16...18 einer bestimmten Leuchtdiode 2...4 zugeordnet ist.

Aus Sicherheitsgründen ist der Empfänger 15 — mit Ausnahme der Photodetektoren 16...18 — zweikanalig mit homogener Redundanz und einem Fail-Safe-Vergleicher aufgebaut. Die einzelnen Kanäle bestehen im wesentlichen aus je einem nicht dargestellten Netzteil, je einem Mikrocontroller 19, 20, je einem Verstärker 21, 22, einem beiden Kanälen zugeordneten Fail-Safe-Vergleicher 23, einem Relaisausgang 25 und je einem Ringschieberegister 26, 27 mit n Schiebeplätzen 28...31, 32...35. Die Anzahl n entspricht der Anzahl der Schiebeplätze des Registers 6 des Senders. Auch hier wird in ähnlicher Weise wie beim Sender eine "1" durch die Schieberegister 26 bzw. 27 geschoben, wobei jeweils nur derjenige Photodetektor 16, 17 bzw. 18 aktiviert ist dessen zugeordneter Schiebeplatz 28...30 bzw. 32...34 die "1" führt. Dieses "Aktivieren" erfolgt durch separate Analogschalter 121...123 (Fig. 9), durch welche das Ausgangssignal des aktivierten Photodetektors auf eine gemeinsame Sammelleitung 36 und 37 für die beiden Kanäle durchgeschaltet wird. Die Signale auf diesen Sammelleitungen 36, 37 werden über die Verstärker 21, 22 den Mikrocontrollern 19, 20 zugeführt und dort ausgewertet. Bei einer Übereinstimmung zwischen dem empfangenen Signal und einem erwarteten Signal erzeugen die Mikrocontroller 19, 20 Signale, mit denen die Schieberegister 26 und 27 weitergeschaltet werden. Der letzte Schiebeplatz 31 bzw. 35 der Schieberegister 26 bzw. 27 dient ebenfalls zur Erzeugung einer Verzögerungszeit, während der bestimmte Tests durchgeführt werden. Daher sind die Ausgänge der letzten Plätze 31 und 35 der Schieberegister 26 und 27 über Rückführleitungen 40 bzw. 41 mit dem zugeordneten Mikrocontroller 19 bzw. 20 verbunden. Die Eingänge der ersten Schiebeplätze 28 bzw. 32 sind über Datenleitungen 38 bzw. 39 ebenfalls mit dem zugeordneten Mikrocontroller 19 bzw. 20 verbunden.

Während einer Testphase können die Sammelleitungen 36 und 37 von den Verstärkern 21, 22 abgetrennt werden, was durch Start- und Testschalter 42, 43 angedeutet ist, die durch ein Signal auf einer Steuerleitung 44 steuerbar sind.

Den Mikrocontrollern 19 und 20 ist jeweils noch eine "Watchdog"-Schaltung 45 bzw. 46 zugeordnet, mit denen bestimmte Funktionen der Mikrocontroller überwacht werden können.

Beide Empfangskanäle arbeiten vollständig unabhängig voneinander, wobei lediglich die Photodetektoren gemeinsam von beiden Kanälen benutzt werden. Damit ist der sicherheitsrelevante Teil der Schaltung als zweikanalige Funktionslogik mit homogener Redundanz aufgebaut. Ein Vergleich der Übereinstimmung der Signale beider Kanäle erfolgt durch den fehlersicheren Vergleicher 23.

Fig. 3 zeigt ein detaillierteres Blockschaltbild des Senders. Das Ringschieberegister 6 (Fig. 1) ist hier aus einer Kette von D-Flip-Flops aufgebaut, von denen je-

des einen der Schiebeplätze 7...10 darstellt. Alle Takteingänge der Flip-Flops sind an eine gemeinsame Taktleitung 47 angeschlossen. Der D-Eingang des ersten Schiebeplatzes 7 ist über die Leitung 14 mit dem Schaltwerk 5 (Fig. 1) verbunden. Zur funktionsmäßigen Darstellung einer Aktivierungsfunktion (Enable-Funktion) sind die Q-Ausgänge der Schiebeplätze 7 bis 10 jeweils mit einem steuerbaren Schalter 53, 54, 55, 56 verbunden, deren Ausgänge — mit Ausnahme des Enable-Schalters 56 der letzten Flip-Flop-Stufe — mit Steuereingängen von steuerbaren Schaltern 57, 58 bzw. 59 verbunden sind. Die Schalter 57 bis 59 sind mit ihrem einen Anschluß an einer gemeinsamen Leitung 50 angeschlossen, die Impulse zum Treiben der Leuchtdioden 2, 3, 4 führt. Die anderen Anschlüsse der Schalter 57, 58, 59 sind mit dem Eingang der zugeordneten Leuchtdiode 2, 3 bzw. 4 verbunden. Weiterhin sind alle Leuchtdioden mit einer gemeinsamen Stromversorgungsleitung 49 verbunden.

Die Steuereingänge der Enable-Schalter 53...56 sind mit einer gemeinsamen Steuerleitung 48 verbunden, die ein invertiertes "Enable"-Signal (Enable quer) führt. Mittels eines Steuersignales auf der Leitung 48 kann das Ringschieberegister von den Leuchtdioden getrennt werden. Sind die Enable-Schalter 53 bis 56 geschlossen, so schließt das Ausgangssignal desjenigen Schiebeplatzes 7...9, der gerade eine "1" führt, den zugeordneten Schalter 57, 58 bzw. 59, so daß die auf der Leitung 50 ankommenden Impulse die ausgewählte Sendediode 2...4 aktivieren.

Da das Ringschieberegister 6 beim Einschalten des Gerätes rückgesetzt ist, so daß alle Schiebeplätze eine "0" führen, muß zu Beginn der erste Schiebeplatz 7 (Fig. 5) auf eine "1" gesetzt werden, was durch Signale vom Schaltwerk 5 geschieht. Im dargestellten Ausführungsbeispiel zweigt von der Leitung 14 eine Leitung 51 ab, die mit dem Steuereingang des Schalters 57 verbunden ist und weiterhin mit dem D-Eingang des zweiten Schiebeplatzes 8. Der Ausgang des Enable-Schalters 53 der ersten Stufe 7 (Fig. 3) ist in diesem Falle nicht mit dem Steuereingang des Schalters 57 verbunden. Somit ist der erste Schiebeplatz der Kette wirkungslos geschaltet. Da die Bauelemente der Fig. 3 jeweils auf einer Platine angeordnet sind und diese Platinen zur Bildung längerer Schieberegister kaskadierbar aufgebaut sind, hat man hier den gleichen Aufbau für alle Kaskadenstufen vorgesehen, wobei durch "Jumper" (setzbare Schalter) die einzelne Platine konfiguriert werden kann. Ein erster Jumper 52 ist in der Leitung 51 vorgesehen. Für die erste Stufe einer Kaskade ist dieser Jumper 52 gesetzt, so daß die Leitung 51 durchverbunden ist. Für weitere Kaskadenstufen ist dagegen der Jumper 52 entfernt, so daß die Leitung 51 unterbrochen ist. Umgekehrt ist in der Verbindungsleitung zwischen dem Ausgang des Enable-Schalters 53 und dem Senderdiodenschalter 57 ein Jumper 60 vorgesehen, der für den ersten Schiebeplatz entfernt ist, bei den nachfolgenden Kaskadenstufen dagegen gesetzt ist. Der letzte Schiebeplatz 10 hat in einer an den Ausgang des Enable-Schalters 56 angeschlossenen Leitung 62 ebenfalls einen Jumper 61, der nur bei der letzten Stufe des Ringschieberegisters gesetzt ist, so daß nur der letzte Schiebeplatz eines aus beliebig vielen Stufen aufgebauten Ringschieberegisters mit der Leitung 11 verbunden ist. Werden mehrere Platinen zur Bildung eines längeren Ringschieberegisters in Kaskade aufgebaut, so wird der Ausgang des vorletzten Schiebeplatzes, hier also des Enable-Schalters 55 über eine Leitung 63 mit dem D-Eingang des ersten Schiebeplatzes der nachfolgenden Stufe verbun-

den.

Die Ausgänge der Enable-Schalter 53, 54, 55 sind über Leitungen 64, 65 bzw. 66 mit dem D-Eingang des nächstfolgenden Schiebeplatzes 8, 9 bzw. 10 verbunden.

Fig. 4 zeigt ein detailliertes Schaltbild der Sendereinheit der Fig. 3. Das Ringschieberegister 6 ist hier durch zwei integrierte Flip-Flop-Schaltkreise 6' und 6'' des Typs HEF 40374B realisiert. Es handelt sich dabei um 8-stufige D-Flip-Flops mit gepufferten Ausgängen, die drei Zustände einnehmen können. Daten an den D-Eingängen jeder Stufe werden während eines "LOW"-/ "HIGH"-Überganges am Takteingang in den Speicher der jeweiligen Stufe übertragen. Die Ausgangspuffer der Stufen werden durch ein "Low"-Signal am Eingang EO quer (output enable input) aktiviert. Ein "HIGH"-Signal an diesem Eingang bringt alle acht Ausgänge in einen ausgeschalteten Zustand mit hoher Impedanz. Die den Flip-Flop Ausgängen nachgeschalteten Widerstände 72...74 bewirken, daß die hochohmigen Ausgänge eine logische "0" annehmen. Eine logische "0" an diesem Eingang bewirkt, daß die Daten in den Registern an den Ausgängen erscheinen. Der letzte Ausgang 07 des ersten integrierten Schaltkreises 6' ist mit dem ersten D-Eingang D0 des zweiten integrierten Schaltkreises 6'' verbunden. Weiterhin ist der Ausgang jedes Schiebeplatzes mit dem Eingang des nächstfolgenden Schiebeplatzes verbunden mit gewissen Ausnahmen für den ersten und den letzten Schiebeplatz des Ringschieberegisters. Wie im Zusammenhang mit Fig. 3 erwähnt, ist der erste Schiebeplatz des Ringschieberegisters unbenutzt und durch ein zusätzliches Flip-Flop im Schaltwerk 5 ersetzt, das dessen Funktion übernimmt. Damit wird erreicht, daß der erste effektive Schiebeplatz des Ringschieberegisters durch ein Signal auf der Enable-Leitung 48 nicht abgeschaltet wird. Das Ausgangssignal des effektiven ersten Schiebeplatzes gelangt daher über die Leitung 14 und den gesetzten Jumper 52 sowie die Leitung 64 unmittelbar zum Eingang D1 des zweiten Schiebeplatzes. Dagegen ist der Jumper 60 in diesem Falle nicht gesetzt, so daß der Zustand der ersten Stufe des integrierten Schaltkreises 6' (Ausgang "0 Null") die zweite Stufe nicht beeinflußt.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind auf einer Platine zwölf ($N - 1 = 12$) Sendedioden 2, 3...4 angeordnet. Daher werden auch nur $n = 13$ Registerstufen benötigt, so daß bei den hier verwendeten Bausteinen mit je acht Stufen der zweite integrierte Schaltkreis 6'' nur fünf aktive Registerplätze hat. Die letzten drei Registerplätze sind daher durch Anschluß der Eingänge D5, D6 und D7 an eine Masseleitung 67 unwirksam geschaltet. Der Ausgang 03 des vorletzten Schiebeplatzes steuert den letzten Sendediodenschalter 59 an; der Ausgang 04 der letzten Registerstufe ist über die Leitung 62 und den Jumper 61 mit der Leitung 11 verbunden.

Alle Sendedioden 2, 3...4 sind mit ihrer Anode an eine gemeinsame Leitung 68 angeschlossen, die ihrerseits über zwei in Reihe liegende Widerstände 69 und 70 mit der Leitung 49 verbunden ist, welche die Energieversorgung für die Sendedioden liefert. Am gemeinsamen Verbindungspunkt der Widerstände 69 und 70 ist ein gegen Masse geschalteter Kondensator 71 angeschlossen. Die Kathoden der Sendedioden 2, 3...4 sind je mit den Drain-Anschluß der als Feldeffekttransistor ausgebildeten Sendediodenschalter 57, 58...59 verbunden. Der Source-Anschluß jedes Sendediodenschalters ist mit der Leitung 50 verbunden, welche die Ansteuerimpulse führt. Die Gate-Anschlüsse der Sendediodenschalter 57, 58...59 sind mit dem zugeordneten Ausgang der jeweili-

gen Schieberegisterplätze verbunden sowie über Pull-Down-Widerstände 72, 73...74 mit einer gemeinsamen Masseleitung 75.

Die Leitungen 47, 48 und 14 sind jeweils über Pull-Up-Widerstände 76, 77 bzw. 78 mit positiver Versorgungsspannung verbunden.

Werden Platinen mit Sendeeinheiten gemäß Fig. 4 in Kaskade hintereinander geschaltet, so können diese im Prinzip gleich aufgebaut sein, wobei lediglich die Jumper 52, 60 und 61 unterschiedlich gesetzt sind und wobei die Pull-Up-Widerstände 76 und 77 nur auf einer der Platinen vorhanden sein müssen, vorzugsweise auf der letzten Platine, um einen definierten Stromfluß zu erzwingen. Ansonsten werden die Platinen lediglich an den Leitungen 48, 49, 11, 75 und 50 miteinander verbunden und zusätzlich wird der Ausgang des wirklichen vorletzten Schiebeplatzes (Ausgang 03) des zweiten Schaltkreises 6'' mit dem Eingang D0 des ersten Schaltkreises der nächsten Platine verbunden. Damit lassen sich beliebig lange Schieberegister und beliebig lange Ketten von Leuchtdioden aufbauen.

Fig. 5 zeigt ein Blockschaltbild des Schaltwerkes 5, das den Sender steuert. Ein Oszillator 79 erzeugt Impulse mit einer ersten Frequenz. Diese Impulse werden in einem nachgeschalteten Zähler 80 heruntergeteilt. Der Zähler 80 ist hier ein Binärzähler, dessen mehrere Binärausgänge mit Eingängen von Decodern 81, 82, 83 und 84 verbunden sind. Im dargestellten Ausführungsbeispiel werden 1 aus 16 — Decoder verwendet, die 16 Ausgangsleitungen haben, von denen jeweils nur eine in Abhängigkeit von dem 4-stelligen Binärcode an ihrem Eingang aktiviert ist.

Diese vier Decoder 81 — 84 erzeugen impulsförmige Signale, die in Zusammenhang mit Fig. 7 ausführlich erläutert werden. Der Decoder 81 ist mit seinem invertierenden Enable-Eingang E quer mit dem invertierten Ausgang Q-quer des ersten Schiebeplatzes 7 des Ringschieberegisters verbunden (Leitung 85). Hierdurch wird sichergestellt, daß am Ausgang des Decoders 81 nur dann ein Signal erscheint, wenn der erste Schiebeplatz 7 des Ringschieberegisters 6 eine logische "1" führt. Dieses Signal wird im Ergebnis dafür verwendet, die Codierung der ersten Sendediode 2 abweichend von der der übrigen Sendedioden zu gestalten. Die übrigen Decoder 82, 83 und 84 arbeiten dagegen unabhängig von einem Enable-Signal, so daß sie ständig arbeiten. Die Ausgänge aller vier Decoder 81 bis 84 sind mit dem Eingang eines ODER-Gatters 86 verbunden, dessen Ausgang mit einem Eingang eines UND-Gatters 87 verbunden ist. Der andere Eingang des UND-Gatters 87 ist mit einem Ausgang des Zählers 80 verbunden und zwar mit dessen niedrigster Bit-Stelle, die also die höchste Frequenz hat. Dieses letztgenannte Signal bestimmt die Impulsdauer der Infrarot-Impulse, während das Ausgangssignal des ODER-Gatters 86 den Zeitpunkt (und die Anzahl) der einzelnen Impulse für die Ansteuerung der Sendedioden bestimmt. Der Ausgang der UND-Gatters 87 ist über einen Verstärker 88 mit dem Steuerungseingang eines steuerbaren Schalters 89 verbunden. Der Ausgang des Schalters 89 ist mit der Leitung 50 verbunden.

Der Ausgang des Decoders 82 ist zusätzlich mit der Taktleitung 47 und mit einem Zählengang eines Zählers 90 verbunden, dessen Ausgang mit dem Takteingang eines Flip-Flops 91 verbunden ist. Das Flip-Flop 91 ist ein D-Flip-Flop, dessen D-Eingang ständig mit Potential einer logischen "1" verbunden ist. Der nicht invertierte Ausgang Q des Flip-Flops 91 ist mit einem Eingang

eines ODER-Gatters 92 verbunden, dessen anderer Eingang mit der Leitung 11 verbunden ist, die ihrerseits mit dem Ausgang der letzten Stufe 10 des Ringschieberegisters 6 verbunden ist. Der Ausgang des ODER-Gatters 92 ist mit dem D-Eingang des Flip-Flops 7 verbunden, das den ersten Schiebeplatz des Ringschieberegisters bildet, jedoch nicht in dem integrierten Schaltkreis 6' (Fig. 4) integriert ist, sondern als separates, von Signalen auf der Enable-Leitung 48 unabhängiges Bauteil realisiert ist. Der nicht invertierte Ausgang Q des Flip-Flops 7 ist mit der Leitung 14 und mit dem Rücksetzeingang MR des Flip-Flops 91 verbunden. Der Takteingang des Flip-Flops 7 ist mit der Taktleitung 47 verbunden. Der invertierte Ausgang Q quer des Flip-Flops 7 ist — wie erwähnt — über die Leitung 85 mit dem Enable-quer-Eingang des Decoders 81 verbunden. Eine Erkennungsschaltung 94, die eine kurze Zeitdauer nach dem ersten Einschalten der Versorgungsspannung ein Ausgangssignal erzeugt, ist mit einem Eingang eines NAND-Gatters 93 verbunden, dessen anderer Eingang mit der Leitung 85 verbunden ist. Der Ausgang des NAND-Gatters 93 ist mit einem Rücksetzeingang des Zählers 90 verbunden. Eine weitere Erkennungsschaltung 94', die entsprechend der Erkennungsschaltung 94 aufgebaut ist, ist mit einem Eingang eines UND-Gatters 95 verbunden, dessen anderem Eingang über einen Treiber 96 das Ausgangssignal des Decoders 84 zugeführt wird. Der Ausgang des UND-Gatters 95 ist mit der Enable-quer-Leitung 48 verbunden.

Im folgenden wird die Arbeitsweise des Schaltwerkes der Fig. 5 erläutert. Unmittelbar nach Einschalten der Netzspannung beginnt der Oszillator 79 zu arbeiten und Impulse zu erzeugen, die in dem Zähler 80 heruntergeteilt werden. Die Erkennungsschaltung 94' bewirkt, daß die Enable-quer-Leitung 48 für eine kurze Zeit den Zustand "1" annimmt. Hierdurch werden die Ausgänge der D-Flip-Flops des Ringschieberegisters 6 in den hochohmigen Zustand geschaltet und durch die Pull-Down-Widerstände 72, 73...74 auf Massepotential gezogen, so daß beim nächsten Taktimpuls das gesamte Ringschieberegister gelöscht wird. Der Binärzähler 90 wird durch einen von der Erkennungsschaltung 94 erzeugten Impuls gelöscht und anschließend mit dem Taktsignal getaktet. Nach 128 Taktimpulsen wechselt sein Ausgang auf eine "1", wodurch das Flip-Flop 91 mit der nächsten Taktflanke dieses Signal übernimmt. Damit wird eine "1" in das erste Flip-Flop 7 des Sendeschieberegisters eingesetzt und die erste Sendediode zur Ansteuerung freigegeben. Gleichzeitig wird durch diese "1" in dem ersten Flip-Flop 7 das Flip-Flop 91 wieder zurückgesetzt, so daß bei weiteren Taktimpulsen keine Einsen in das Flip-Flop 7 eingeschrieben werden können. Mit dem Einschreiben einer "1" in das erste Flip-Flop 7 erscheint an dessen invertiertem Ausgang Q-quer eine "0", die den Decoder 81 aktiviert und die Erzeugung eines Impulses erlaubt. Die übrigen Decoder 82, 83 und 84 erzeugen ebenfalls laufend Impulse, wobei die Impulse der vier Decoder 81 bis 84 zueinander phasenverschoben sind. (Vgl. die Impulszüge 184, 183, 181 und 148 der Fig. 7.) Dabei ist hervorzuheben, daß am Decoder 81 nur dann ein Impuls erscheint, wenn das erste Flip-Flop 7 des Ringschieberegisters auf eine "1" gesetzt ist. Somit erscheinen bei gesetztem ersten Flip-Flop des Ringschieberegisters am Ausgang des UND-Gatters 87 vier Impulse (vgl. Impulszug 150 der Fig. 7), so daß die erste Leuchtdiode 2, aktiviert durch das Flip-Flop 7, vier Impulse ausstrahlt. Mit dem nächsten Taktimpuls wird das erste Flip-Flop 7 rückgesetzt und das zweite Flip-Flop 8 gesetzt. Der De-

coder 81 wird abgeschaltet. Auf der Leitung 50 erscheinen dann nur drei Impulse und zwar — bezogen auf die Ansteuerung der ersten Sendediode — der erste, zweite und vierte Impuls, während der dritte Impuls wegen des abgeschalteten Decoders 81 unterdrückt wird. Dieser vierte Impuls fällt zeitlich mit dem Enable-Signal auf der Leitung 48 zusammen. Durch dieses Signal werden die Ausgänge des Ringschieberegisters — mit Ausnahme des ersten Flip-Flops 7 — hochohmig geschaltet, so daß die Sendediodenschalter 57, 58...59 durch die Pull-Down-Widerstände 72, 73...74 gesperrt werden und kein Strom durch die Sendedioden fließen kann. Damit wird auch der vierte Impuls auf der Leitung 50 wirkungsmäßig unterdrückt. Ist einer der als Sendediodenschalter arbeitende Transistor 57, 58...59 durchgeleitet, so fließt dagegen ein Strom und es wird ein Lichtimpuls erzeugt. Dieser Impuls wird vom Empfänger detektiert und führt zum Schaltbefehl "Schutzfeld nicht frei". Zum Zeitpunkt der Ansteuerung des ersten Lichtstrahles wird dieser Impuls dagegen bewußt erzeugt und ist notwendiger Bestandteil der Kennung, um den Empfänger auf den Sender zu synchronisieren.

Mit jedem weiteren Impuls auf der Taktleitung 47 wird das Ringschieberegister um einen Schritt weitergeschaltet und die jeweils nächstfolgende Leuchtdiode aktiviert. Ist die Kette durchgeschaltet, so wird die letzte Flip-Flop-Stufe 10 aktiviert; es erscheint eine "1" auf der Leitung 11. Dieses Rückführungssignal führt über das ODER-Gatter 92 zu einem erneuten Setzen des ersten Flip-Flops 7. Dadurch wird wieder der Decoder 81 freigegeben und ein neuer Durchlauf beginnt. Bei jedem Setzen des ersten Flip-Flops 7 werden der Zähler 90, und das Flip-Flop 91 zwangsweise zurückgesetzt, so daß bei normalem Betrieb das erste Flip-Flop 7 die "1" nur vom letzten Flip-Flop 10 erhält. Sollte aus irgendwelchen Gründen im Ringschieberegister 6 keine "1" enthalten sein, so wird der Zähler 90 nach einer vorgegebenen Zahl von Taktimpulsen (z. B. 128 oder 256) das Flip-Flop 91 setzen, wodurch dann eine "1" in das erste Flip-Flop 7 des Ringschieberegisters 6 eingeschrieben wird.

Fig. 6 zeigt ein detaillierteres Schaltbild des Schaltwerkes 5. In dem Ausführungsbeispiel der Fig. 6 sind die meisten Bauelemente durch integrierte Schaltkreise realisiert. Der Decoder 81 ist ein 1-aus-16 Decoder-Demultiplexer des Typs HEF 4514B. Die drei Decoder 82, 83 und 84 sind durch einen einzigen Baustein desselben Typs realisiert, dessen verschiedenen Ausgänge A82 (Q0), A83 (Q1) und A84 (Q3) die Impulse I82, I83 bzw. I84 der Fig. 7 führen.

Der Oszillator 79 und der Binärzähler 18 sind durch einen integrierten Schaltkreis des Typs HEF 4060 B realisiert, der zur Einstellung der gewünschten Frequenz von beispielsweise 9,216 MHz mit einem externen Quarz 95', externen Kondensatoren 96' und 97 und externen Widerständen 98 und 99 verschaltet ist.

Der Zähler 90 ist ein integrierter Schaltkreis des Typs HEF 4040 B. Es handelt sich dabei um einen 12-stufigen Binärzähler mit Takteingang, einem überschreibenden, asynchronen Master-Reset-Eingang (MR) und zwölf gepufferten Ausgängen "0 Null" bis "0 11". Eine logische "1" an dem MR-Eingang löscht alle Zählerstufen und bringt damit unabhängig vom Takteingang alle Ausgänge auf "0".

Die Flip-Flops 91 und 7 sind D-Flip-Flops des Typs HEF 4013 B. Die Gatter 86 und 92 sind Bausteine des Typs HEF 4072 B. Die Gatter 87, 93, 95 und 96 sind NAND-Gatter des Typs HEF 4011 B, wobei das Gatter 96 hier als invertierender Treiber verwendet wird. Der

Treiber 88 ist ein Baustein des Typs HEF 4049 B, der ein invertierender Treiber ist, so daß die Gatter 87 und 88 in Kombination die Wirkung eines UND-Gatters haben. In gleicher Weise wirken der invertierende Treiber 96 und das NAND-Gatter 95 als UND-Gatter. Der Ausgang des Flip-Flops 7 sowie die Taktleitung 47 und die Enable-Leitung 48 enthalten noch nicht-invertierende Treiber 100, 101 bzw. 102, die durch einen integrierten Schaltkreis des Typs HEF 4050 B realisiert sind.

Die Erkennungsschaltungen 94 und 94' sind durch einen zwischen Versorgungsspannung und Masse liegenden Spannungsteiler aus einer Reihenschaltung von Widerstand 103 bzw. 105 und Kondensator 104 bzw. 106 realisiert. Nach dem Einschalten der Versorgungsspannung werden die Kondensatoren 104, 105 zeitverzögert aufgeladen, so daß das nachfolgende Gatter 93 bzw. 95 erst dann umschaltet, wenn der jeweilige Kondensator auf einen bestimmten Spannungswert aufgeladen ist.

Die Leitung 11 ist über einen Pull-Down-Widerstand 107 mit Masse verbunden. Der Treibertransistor 89 ist wie folgt verschaltet: sein Gate-Anschluß ist mit dem Ausgang des Treibers 88 verbunden und über einen Widerstand 107' mit Masse. Sein Drain-Anschluß ist mit der Leitung 50 verbunden und über einen Kondensator 108 mit Masse. Sein Source-Anschluß ist direkt mit Masse verbunden.

Die Fig. 7 und 8 zeigen Impulsdigramme an den verschiedenen Ein- bzw. Ausgängen der Bauelemente. Die Bezugszeichen an den einzelnen Impulsszügen stimmen mit den Bezugszeichen der Bauelemente überein, an denen diese Impulsszüge auftreten. Der mit "I-Red-Puls Current" bezeichnete Impulszug der Fig. 7 zeigt die tatsächlich von den jeweils aktivierten Leuchtdioden ausgesandten Lichtimpulse. Hieraus ist erkennbar, daß die erste Leuchtdiode vier aufeinanderfolgende Impulse aussendet, während alle übrigen nur zwei Impulse aussenden. Auch ist zu erkennen, daß für die Leuchtdioden 2 bis n-1 nur Gruppen von drei Impulsen erzeugt werden, wobei durch das Enable-Signal I48 der vierte Impuls unterdrückt wird. Der dritte Impuls wird dabei gar nicht erzeugt, da zu diesem Zeitpunkt der Impulszug I81 eine Null führt.

Fig. 8 zeigt weitere Impulsszüge in einem anderen zeitlichen Maßstab. Beim Einschalten der Versorgungsspannung steigt diese aufgrund verschiedener Kapazitäten nicht sprunghaft sondern allmählich. Die Erkennungsschaltung 94 folgt der ansteigenden Flanke mit einer gewissen Verzögerung und bildet damit das Master-Reset-Signal für den Zähler 90.

Die Erkennungsschaltung 94' hat eine größere Zeitkonstante, so daß das anfänglich beim Einschalten entstehende Enable-Signal (I48) länger unterdrückt wird, darauffolgend dagegen vom Decoder 84 gebildet wird. In der Einschaltphase muß der Zähler 90 zunächst eine vorgegebene Anzahl von hier 128 Impulsen gezählt haben, bevor am Zählerausgang ein Impuls (I90) ansteht. Die ansteigende Flanke dieses Impulses setzt das Flip-Flop 91. Der nächstfolgende Taktimpuls (I47) setzt dann den Ausgang des ersten Flip-Flops 7, dessen Ausgang dann wiederum bei der nächsten ansteigenden Takt-Flanke das zweite Flip-Flop 8 setzt, dessen Ausgang allerdings durch das Enable-Signal I48 eine kurze Pause aufweist zur Unterdrückung des vierten Impulses.

Fig. 9 zeigt ein detaillierteres Blockschaltbild des Empfängers. Grundsätzlich ist der Empfänger ähnlich aufgebaut wie der Sender, jedoch mit dem wesentlichen Unterschied, daß der Empfänger weitgehend zweikanalig realisiert ist. Beide Kanäle arbeiten vollkommen un-

abhängig voneinander und werden erst durch den Vergleich 23 (Fig. 2) miteinander verknüpft. Allerdings verwenden beide Kanäle die Photodetektoren 16...18 gemeinsam. Zur Auswahl der von den Photodetektoren 16 bis 18 erzeugten Signale werden hier analog zum Sender ebenfalls Ringschieberegister 26 und 27 verwendet, die ebenfalls einen Schiebeplatz mehr besitzen als Photodetektoren vorhanden sind. Eine über die Leitungen 38 und 39 in den ersten Schiebeplatz 28 bzw. 32 eingeschobene "1" wird durch ein Taktsignal auf den Leitungen 109 bzw. 110 durch das Ringschieberegister geschoben. Jedem Schiebeplatz 28 bis 31 und 32 bis 35 ist ein Enable-Schalter 111 bis 114 bzw. 115 bis 118 zugeordnet. Alle Enable-Schalter eines Kanals werden über eine gemeinsame Enable-quer-Leitung 119 bzw. 120 angesteuert. Jedem Photodetektor 16 bis 18 ist ein separater Analogschalter 121, 122 bzw. 123 zugeordnet. Jeder Analogschalter hat zwei Steuereingänge, die mit den zugeordneten Enable-Schaltern der beiden Kanäle verbunden sind. Weiter hat jeder Analog-Schalter zwei Signalausgänge, die jeweils mit einer der beiden Empfangssignalleitungen 36 und 37 der beiden Kanäle verbunden sind. Schließlich besitzt jeder Analogschalter einen Signaleingang, der mit dem zugeordneten Photodetektor verbunden ist. Ein Steuersignal an einem Steuereingang der Analogschalter bewirkt, daß der Signaleingang zum Signalausgang durchgeschaltet wird. Somit wird im Ergebnis das Ausgangssignal desjenigen Photodetektors, dessen zugeordneter Schiebeplatz eine "1" führt, auf die jeweilige Signalleitung 36 oder 37 gegeben. Wird eine "1" durch die Ringschieberegister 26 und 27 geschoben, so wird im Ergebnis nur ein Photodetektor aktiviert. Die Ausgänge der Enable-Schalter 111 bis 113 und 115 bis 117 sind über Leitungen 124, 125, 126, 128, 129 und 130 jeweils mit dem D-Eingang des nächstfolgenden Schiebeplatzes verbunden. Der Ausgang des letzten Enable-Schalters 114 und 118 ist über eine Leitung 127 bzw. 131 mit der Datenleitung 40 bzw. 41 verbunden. In den Leitungen 127 und 131 ist beim tatsächlich letzten Schiebeplatz jeweils ein Jumper 137 bzw. 141 eingesetzt. Damit sind auch Platinen mit der Schaltung gemäß Fig. 9 kaskadierbar, so daß auch hier beliebig lange Ketten aufgebaut werden können. Zu diesem Zweck werden die Leitungen 40, 109, 119, 36, 37, 120, 110 und 41 gleichartiger Platinen miteinander verbunden. Zusätzlich werden die Ausgänge der vorletzten Schiebeplätze 30, 113 bzw. 34, 117 zu Leitungen 132 bzw. 133 geführt, wobei diese Leitungen 132 und 133 mit den Leitungen 38 bzw. 39 der nächstfolgenden Platine verbunden werden.

Auch hier hat der letzte Schiebeplatz eine Sonderfunktion. Er steuert keinen Analogschalter an. Wird er angesteuert, so kann geprüft werden, ob alle Analogschalter abgeschaltet sind. Weiter ist hervorzuheben, daß die Analogschalter 121 bis 123 jeweils separate Bauteile sind und gerade nicht in einem einzigen integrierten Schaltkreis untergebracht sind. Hierdurch werden die einzelnen Photodetektoren gut entkoppelt, so daß keine Störungen durch Nebensprechen auftreten. Auch könne durch Defekt eines Analogschalters die übrigen Analogschalter nicht beeinträchtigt werden.

Fig. 10 zeigt ein detaillierteres Schaltbild, des Empfängers gemäß Fig. 9. Ähnlich wie beim Sender sind auch hier die Ringschieberegister 26 und 27 jeweils durch zwei integrierte Schaltkreise 26', 26'' bzw. 27', 27'' des Typs HEF 40374 B realisiert.

Die Analogschalter 121 bis 123 werden im Detail im Zusammenhang mit Fig. 15 und 16 näher erläutert. Da

jeder Analogschalter im Prinzip ebenfalls weitestgehend zweikanalig aufgebaut ist, sind auch zwei unabhängige Spannungsversorgungen über Leitungen 142 und 143 vorgesehen und eine für beide Kanäle gemeinsame Masseleitung 144.

Die Taktleitungen 109, 110 und die Enable-quer-Leitungen 119, 120 beider Kanäle sind jeweils über Pull-Up-Widerstände 134, 135, 138, 139 mit Versorgungsspannung verbunden. Werden mehrere Platinen in Kaskade geschaltet, so sind diese Widerstände nur auf der letzten Platine vorhanden, womit die Leitungen 119, 109, 110, 120 einen definierten Abschluß haben und ein Stromfluß bis zum Ende der Kaskade erzwungen wird. Zusätzlich kann der D-Eingang des ersten Flip-Flops jeder Platine mittels Widerständen 136, 140 an Versorgungsspannung angeschlossen sein, was den Zweck hat, bei Verwendung von Steckverbindungen zwischen verschiedenen Platinen, einen definierten Stromfluß zu erzwingen.

Fig. 11 zeigt ein Blockschaltbild der Steuereinheit eines Kanals des Empfängers. Wie aus Fig. 2 ersichtlich, sind für jeden Kanal separate Steuereinheiten mit gleichem Aufbau vorgesehen. Die Leitungen 40, 109, 38 und 119 der Fig. 9 und 10 sind mit den gleichnamigen Leitungen der Fig. 11 und 12 verbunden. Der Mikrocontroller 19 dient zur Erzeugung von Steuersignalen auf den Leitungen 119, 38 und 109, zur Auswertung der vom Empfänger auf den Leitungen 36 und 40 ankommenden Signale sowie zur Ansteuerung einer Eingabe-/Ausgabereinheit, die im Zusammenhang mit den Fig. 13 und 14 erläutert wird. Impulse auf der Leitung 36 gelangen über einen steuerbaren Schalter 42 und einen zweistufigen Verstärker 21', 21'' zu zwei Komparatoren 146 und 149, die auf unterschiedliche Schaltschwellen eingestellt sind. Der jeweilige Komparator spricht nur dann an, wenn sein Eingangssignal über dieser Schaltschwelle liegt. Die Ausgangssignale der Komparatoren 146 und 149 werden je einem nicht-nachtriggbarem monostabilen Flip-Flop 147 bzw. 150 zugeführt. Die Anstiegsflanke der von den Komparatoren 146 bzw. 149 ausgehenden Signale triggert diese monostabilen Flip-Flops 147, 150, die Impulse konstanter Dauer (ca. 2 µs Pulsbreite) erzeugen. Die an den Monoflop-Ausgängen entstehenden Impulse werden jeweils in einem Binärzähler 148 bzw. 151 gezählt und jeweils über die steuerbaren Schalter 42', 42'' Eingängen des Mikrocontrollers 19 zugeführt.

Zweck der beiden Komparatoren 149 und 146 ist es, die Amplitude der empfangenen Lichtimpulse zu bewerten um damit festzustellen, ob die Photodetektoren oder die Leuchtdioden verschmutzt sind. Liegt keine Verschmutzung vor, so werden im Regelfall beide Komparatoren auf jeden Lichtimpuls ansprechen. Mit zunehmender Verschmutzung der Lichtstrecke sinkt die Amplitude der empfangenen Lichtsignale ab, bis nur noch der Komparator 149 mit der niedrigeren Schwelle anspricht. Das Lichtgitter arbeitet dann zwar noch einwandfrei. Es wird jedoch ein Ausgangssignal erzeugt, das eine beginnende Verschmutzung anzeigt.

Der Zweck der Monoflops 147, 150 und der Zähler 148, 151 liegt in folgendem: Auf der Lichtübertragungsstrecke wird mit sehr kurzen Impulsen bzw. hohen Frequenzen gearbeitet. Mikrocontrollern für derart hohe Frequenzen sind jedoch störanfällig und darüber hinaus extrem teuer. Durch das Monoflop und einen schnellen Zähler kann man Mikrocontroller verwenden, die deutlich langsamer arbeiten. So liegt im vorliegenden Ausführungsbeispiel die Taktzeit eines Lichtimpulses bei ca.

1,6 μ s. Der verwendete Mikrocontroller 19 braucht dagegen ca. 5 bis 8 μ s, um eine Flanke richtig auszuwerten. Da für die Auswertung der von einem einzelnen Photodetektor empfangenen Lichtimpulse im Ergebnis so viel Zeit zur Verfügung steht, wie die Pausenlänge zwischen den Impulsen aufeinanderfolgender Leuchtdioden vorhanden ist, kann der schnelle Zähler die einzelnen Impulse zählen und trotzdem kann der deutlich langsamere Mikrocontroller das Zählergebnis dann richtig auswerten. Dieses Schaltprinzip zur Auswertung von Impulsen mit hoher Frequenz durch einen deutlich langsameren Mikrocontroller kann auch ohne weiteres auf andere Gebiete angewandt werden.

Wie schon erwähnt, hat der Mikrocontroller verschiedene Ausgangsleitungen, von denen die Leitungen 109, 38 und 119 den Empfänger ansteuern. In diese Leitungen ist jeweils ein Verstärker 152, 153 bzw. 154 eingeschaltet.

Nach dem Einschalten der Spannungsversorgung führt der Mikrocontroller zunächst einen Selbsttest durch und erzeugt dann auf der Leitung 119 ein Signal, das die Ausgänge der Ringschieberegister hochohmig schaltet, so daß beim nächsten Taktimpuls auf der Leitung 109 alle Registerstufen über Pull-Down-Widerstände zurückgesetzt werden, womit alle Analogschalter und damit wirkungsmäßig auch alle Empfangsdioden abgeschaltet werden. Darauf wird über ein Signal auf der Leitung 38 in Verbindung mit dem nächstfolgenden Taktimpuls der erste Schiebeplatz gesetzt und damit die erste Empfangsdiode aktiviert. Von dieser aktivierten Empfangsdiode empfangene Lichtimpulse werden dann auf dem Weg bis zu den Zählern 148 und/oder 151 ausgewertet. Der Mikrocontroller 19 überprüft dann, ob der Zählinhalt der Zähler 148 und/oder 151 der Kennung des ersten Lichtstrahles entspricht, hier also vier Impulse empfangen wurden. Sodann werden die Zähler 148 und 151 über ein Signal auf einer Leitung 155 vom Mikrocontroller zurückgesetzt. Ergibt die Überprüfung der Zählhalte der Zähler, daß nicht die richtige Kennung empfangen wurde, so bleibt die erste Empfangsdiode so lange aktiviert, bis die Kennung für den ersten Strahl empfangen wurde. Erst dann sind Sender- und Empfänger miteinander synchronisiert. Sobald die erste Empfangsdiode die Kennung des ersten Strahles empfangen hat, wird auf der Taktleitung 109 das nächste Taktsignal erzeugt, womit die Ringschieberegister fortgeschaltet werden und die erste Empfangsdiode abgeschaltet und die nächste aktiviert wird. In entsprechender Weise wird dann die nächste Empfangsdiode abgefragt und überprüft, ob die entsprechende Kennung, hier also zwei Lichtimpulse empfangen wurde. Ist dies der Fall, so wird überprüft, ob durch ein Signal auf der Leitung 40 angezeigt wird, daß alle Empfangsdioden abgefragt wurden. Ist das Prüfergebnis negativ, so wird die zuletzt aktivierte Empfangsdiode abgeschaltet und die nächstfolgende aktiviert. Dieser Zyklus wird so lange wiederholt, bis alle Empfangsdioden abgefragt wurden. Erst dann erzeugt der Mikrocontroller den Schaltbefehl "Schutzfeld frei". Sodann beginnt ein neuer Zyklus mit dem Aktivieren der ersten Empfangsdiode. Ergibt eine Prüfung der Kennung des zweiten bis letzten Lichtstrahles einen Fehler, so wird der Schaltbefehl "Schutzfeld nicht frei" erzeugt und das Programm des Mikrocontrollers geht zurück zum anfänglichen Selbsttest. Dieser Programmablauf ist in Fig. 17 im einzelnen dargestellt.

Während einer externen Testanforderung sind die Schalter 42, 42' und 42'' abgeschaltet, beispielsweise

durch ein entsprechendes Signal auf einer Steuerleitung 157, so daß während dieser Phase keine Lichtimpulse ausgewertet werden. Durch diesen Zustand wird dem Mikrocontroller ein "Objekt im Schutzfeld" simuliert.

Beide Mikrocontroller 19 und 20 versichern sich gegenseitig, ob der Mikrocontroller des anderen Kanales auch einen kompletten Durchlauf mit korrektem Empfangssignal ausgeführt hat. Hierzu gibt der Mikrocontroller 19 über eine Leitung 162 ein entsprechendes Signal an den Mikrocontroller 20 und empfängt seinerseits über eine Leitung 165 das entsprechende Signal von dem Mikrocontroller 20. Erst wenn dieser "Hand-Shake" erfolgreich war, wird über eine Ausgangsleitung 158 und einen Verstärker 159 ein dynamisches Ausgangssignal an eine Eingabe/Ausgabeeinheit (Fig. 13) gegeben. Dieses dynamische Ausgangssignal besteht aus Impulsen mit fester Taktfrequenz (z. B. 18 kHz), die so lange erzeugt werden, wie beide Mikrocontroller den Zustand "Schutzfeld frei" erkennen. Durch das dynamische Signal werden jegliche Arten von statischen Fehlern des Mikrocontrollers von der Vergleicherschaltung erkannt und führen nicht zu einer falschen Anzeige "Schutzfeld frei". Die Leitung 162 ist über einen Verstärker 163 mit der Eingabe/Ausgabeeinheit verbunden und dort mit einer Leuchtdiode verbunden, die den vom einen Kanal ermittelten Zustand "Schutzfeld frei" oder "nicht frei" anzeigt. Eine weitere Ausgangsleitung 160 des Mikrocontrollers ist über einen Verstärker 161 mit einer weiteren Leuchtdiode verbunden, die zu Servicezwecken verwendet wird.

Zur Überwachung des Mikrocontrollers ist eine "Watchdogschaltung" 45 vorgesehen, die mit einer Eingangsleitung 166 und einer Ausgangsleitung 167 des Mikrocontrollers 19 verbunden ist. Zur Erzeugung der Taktimpulse ist an dem Mikrocontroller 19 ein Oszillator 168 angeschlossen, der quartzgesteuert die benötigte Taktfrequenz erzeugt.

Ein an den Schalter 42 angeschlossener Komparator 156 dient — wie im Zusammenhang mit Fig. 12 ausführlich erläutert wird — noch dazu, während der Aktivierung des letzten Schiebeplatzes 31 den Zustand der Analogschalter 121...123 zu überwachen. Der Steuereingang des Schalters 42 ist daher mit der Leitung 40 verbunden. Während der letzte Schiebeplatz 31 bzw. 35 aktiviert ist, wird der Pull-Up-Widerstand an der Leitung 36 über den steuerbaren Schalter 42 abgetrennt. Der Mikrocontroller hat dadurch die Möglichkeit über den Komparator 156 zu prüfen, ob alle Analogschalter abgeschaltet haben.

Schließlich ist noch eine Leitung 164 gezeigt, welche als Selektionseingang zur Aktivierung bzw. Abfrage der Hand-Shake-Leitungen 162 und 165 dient.

Fig. 12 zeigt ein detaillierteres Schaltbild der Steuereinheit eines Kanales gemäß Fig. 11. Die Lichtimpulse auf der Leitung 36 werden über einen Kondensator 169 kapazitiv an den Eingang eines invertierenden Verstärkers 21' gekoppelt. Hierfür wird ein in üblicher Weise extern beschalteter Verstärkerbaustein des Typs LM 318 verwendet, der mit kurzer Anstiegszeit und relativ großer Bandbreite geringe Verzerrungen verursacht. Die erste Verstärkerstufe 21' hat eine Verstärkung von etwa 25. Die darauffolgende Verstärkerstufe 21'' ist ebenfalls als invertierender Verstärker aufgebaut mit einer Verstärkung von ca. 20. Der Ausgang der zweiten Verstärkerstufe 21'' wird den invertierenden Eingängen der Komparatoren 146 und 149 zugeführt. Diese Komparatoren sind Bausteine des Typs LM 311. Die Referenzeingänge beider Komparatoren liegen an unter-

schiedlichen Punkten eines Spannungsteilers, der aus Widerständen 170 bis 174 besteht und zwischen Masse und einer Versorgungsspannung liegt. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß die mit einem Stern (*) bezeichneten Versorgungsspannungen aus einer anderen Spannungsquelle stammen als die ohne Stern (*) gekennzeichneten Versorgungsspannungen. Diese beiden Versorgungsspannungsquellen sind vollständig unabhängig voneinander. Ein weiterer Abgriff des Spannungsteilers 170 – 174 führt zu den nicht invertierenden Eingängen der beiden Verstärkerstufen 21' und 21''. Hierdurch werden beide nicht invertierenden Eingänge auf das gleiche Potential gelegt. Die Ausgänge der beiden Komparatoren 146 und 149 sind über Pull-Up-Widerstände 175 bzw. 176 mit positiver Spannung verbunden und jeweils mit einem Eingang der Monoflops 147 bzw. 150. Diese beiden Monoflops sind in einem integrierten Baustein des Typs 74 HC 123 angeordnet, das zur Einstellung der Impulszeit in üblicher Weise durch Kondensatoren und Widerstände extern beschaltet ist. Die Ausgänge der beiden Monoflops 147 und 150 sind mit Zählereingängen der Zähler 148 bzw. 151 verbunden, die ebenfalls in einem Baustein des Typs 74 HC 4520 realisiert sind. Die Binärausgänge der beiden Zähler 148 und 151 sind mit einer Treiberschaltung 42', 42'' verbunden, die ein Baustein des Typs 74 HC 365 ist. Die Signalausgänge der Treiberschaltung sind jeweils über einen Pull-Down-Widerstand 177 mit Masse verbunden und mit Signaleingängen des Mikrocontrollers 19. Steuereingänge des Treibers 42', 42'' sind an die Leitung 157 angeschlossen. Eine externe Testanforderung auf dieser Leitung bewirkt, daß alle Treiberausgänge unabhängig von den Eingängen den Zustand hochohmig annehmen. Dadurch werden die Pull-Down-Widerstände 177 wirksam und erzeugen den Zustand "0" an den Eingängen des Mikrocontrollers 19. Dies wird vom Mikrocontroller als Zählerstand der Zähler 148 und 151 interpretiert und als "Objekt im Schutzfeld" bewertet.

Wie schon oben erwähnt, steuert der letzte Schiebepfad der Ringschieberegister 40, 41 keinen Analogschalter an. Eine "1" am Ausgang dieses Schiebepfad gelangt über die Leitung 40 und einen Basiswiderstand 178 an einen Transistor 179, dessen Kollektor über einen Widerstand 180 mit einer Versorgungsspannung und gleichzeitig mit einem Eingang des Mikrocontrollers 19 verbunden ist. Der Emitter des Transistors 179 ist mit Masse verbunden und über einen Widerstand 181 mit seiner Basis. Schließlich ist der Kollektor des Transistors 179 mit der Gate-Elektrode des als FET-Transistors ausgebildeten Schalters 42 verbunden, die ihrerseits über einen Widerstand 182 mit Masse verbunden ist. Die Drainelektrode des Transistors 42 ist über einen Widerstand 183 mit Versorgungsspannung verbunden. Die Source-Elektrode des Transistors 42 ist vor dem Kondensator 169 mit der Leitung 36 verbunden und über einen Widerstand 184 mit Masse. Die Widerstände 183 und 184 bilden einen Spannungsteiler. Solange kein Impuls auf Leitung 40 ansteht, ist der Transistor 179 gesperrt und der Transistor 42 über den Widerstand 180 leitend geschaltet. Somit ist der Spannungsteiler 183, 184 wirksam. Führt der letzte Schiebepfad des Ringschieberegisters dagegen eine "1", so wird der Transistor 179 leitend und der Transistor 42 sperrt. Damit wird der Spannungsteiler 183, 184 abgetrennt. Der Widerstand 184 wirkt als Pull-Down-Widerstand und legt die hochohmige Leitung 36 auf Massepotential. Der an die Leitung 36 angeschlossene invertierende Komparator 156 reagiert auf diesen Pegel mit einem positiven Ausgangs-

signal, das einem Eingang des Mikrocontrollers 19 zugeführt wird. Hierauf wird überprüft, ob alle Analogschalter zu diesem Zeitpunkt abgeschaltet haben. Sollte ein Analogschalter z. B. wegen eines durchgelegten Transistors nicht hochohmig geschaltet haben, so nimmt die Leitung 36 das Potential eines niederohmigen Impedanzwandler-Ausganges an. Der Ausgang des Komparators 156 schaltet auf "0". Bei allen Schiebepfaden mit Ausnahme des letzten muß der Komparator 156 den Pegel "0" zeigen. Beim letzten Schiebepfad muß er dagegen auf "1" wechseln. Die Wirksamkeit und Funktion der Abschaltkontrolle ist somit für den Mikrocontroller prüfbar.

Der Mikrocontroller ist ein 8-Bit 1-Chip-Mikrocontroller des Typs 80 C 51. Neben einem 4 K-Byte Programmspeicher verfügt er über ein 128 Byte RAM und 32 I/O Ports. Bei Verwendung eines 12 MHz Quarzes 168 für den Oszillator ergibt sich eine Befehlsausführungszeit von ca. 1 µs. Als "Watchdog" 45 ist der Baustein MAX 693 verwendet. Weitere Einzelheiten der externen Beschaltung der einzelnen Bausteine sind der Fig. 12 zu entnehmen sowie den Datenblättern dieser Bausteine. Für die Erläuterung der prinzipiellen Wirkungsweise der Erfindung sind diese externen Beschaltungen ohne Belang.

Fig. 13 zeigt ein Blockschaltbild der Eingabe-/Ausgabereinheit des Empfängers, die als wesentliche Komponenten den fehlersicheren Vergleicher 23 und zwei Relais enthält.

Die dynamischen Ausgangssignale der Mikrocontroller beider Kanäle gelangen über Leitungen 158 bzw. 158' und Verstärker zu dem Vergleicher 23. Die Ausgangssignale des Vergleichers 23 steuern jeweils einen Transformator-Wandler 185 bzw. 186 an, der dann arbeitet, wenn an seinem Eingang ein dynamisches Signal in einem vorgegebenen Frequenzbereich anliegt. Diese Transformator-Wandler liefern unter galvanischer Trennung zwischen Primär- und Sekundärseite die zum Treiben von Relais benötigte Energie, wobei Steuerungssignale an die Primärseite angelegt werden und die Energiequelle ebenfalls primärseitig angeschlossen ist. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Transformator-Wandler ein Sperrwandler. Es können aber auch andere Wandlerarten wie z. B. Flußwandler eingesetzt werden. Jeder Transformator-Wandler 185, 186 steuert ein ihm zugeordnetes Relais 187, 188 an. Die Funktion des Vergleichers 23 ist in Relais-Kontakttechnik ausgeführt und zwar durch Relaiskontakte 189, 190, 191, 192 der beiden Relais 187 und 188. Im ersten Kanal des Vergleichers ist ein Arbeitskontakt 191 des Relais 187 und ein Ruhekontakt 189 des Relais 188 in Parallelschaltung angeordnet. In entsprechender Weise ist im zweiten Kanal des Vergleichers ein Ruhekontakt 190 des Relais 187 und ein Arbeitskontakt 192 des Relais 188 vorhanden. Die jeweiligen Kontakte 189, 191 bzw. 190, 192 schalten die Energieversorgung für die zugeordneten Transformator-Wandler 185 bzw. 186 durch, wobei der Zustand der genannten Relaiskontakte durch Anzeigeelemente 199, 200, 201, 202 angezeigt wird. Weitere Anzeigeelemente 203 bis 206 sind an die Leitungen 160, 162, 160' bzw. 165 angeschlossen. Das Ausgangssignal der Transformator-Wandler 185, 186 wird über Gleichrichter 197, 198 sowie pro Kanal über je zwei in Reihe liegenden, steuerbare Schalter 207, 208 bzw. 209, 210 dem zugeordneten Relais 187, 188 zugeführt.

Beide Relais 187, 188 besitzen zusätzliche Kontakte 193, 194 bzw. 195, 196, von denen jeweils einer ein Arbeitskontakt und der andere ein Ruhekontakt ist. Mit

diesen Kontakten 193 bis 196 werden Maschinenfunktionen gesteuert, insbesondere wird im Falle einer Unterbrechung des Lichtgitters die Maschine abgeschaltet. Alle Kontakte der Relais sind zwangsgeführt, so daß ein "Kleben" einzelner Kontakte nicht zu einer Fehlfunktion führen kann.

Für die Beschreibung der Arbeitsweise sei zunächst angenommen, daß die steuerbaren Schalter 207...210 geschlossen sind. Weiter sei angenommen, daß alle Relaiskontakte zunächst in ihrer Ruhestellung sind. Kommt nun auf der Leitung 158 ein dynamisches Signal an, so kann über den (noch) geschlossenen Ruhekontakt 189 des Relais 188 des anderen Kanals der Transformator-Wandler 185 zu arbeiten anfangen. Sein Ausgangssignal erregt nach Gleichrichtung im Gleichrichter 197 das Relais 187. Damit schließt der Arbeitskontakt 191 und das Relais 187 bleibt so lange erregt, wie auf der Leitung 158 dynamische Signale anstehen.

Durch das Anziehen des Relais 187 wird jedoch der Ruhekontakt 190 im zweiten Kanal geöffnet. Damit wird der Transformator-Wandler 186 vollständig von der Energieversorgung abgetrennt und kann nicht mehr zu arbeiten anfangen. Hieraus ist ersichtlich, daß beide Relais 187 und 188 nur dann anziehen können, wenn die dynamischen Ansteuersignale auf den Leitungen 158 und 158' annähernd gleichzeitig auftreten. Hat dagegen einer der Transformator-Wandler 185 oder 186 zu arbeiten begonnen und der andere noch nicht, so kann der andere danach nicht mehr seine Arbeit beginnen. Treten dagegen die dynamischen Ausgangssignale beider Kanäle (innerhalb eines "Zeitfensters") gleichzeitig auf, so beginnen beide Transformator-Wandler 185 und 186 gleichzeitig ihre Arbeit und können diese durch ihren eigenen Arbeitskontakt 191 bzw. 192 auch dann fortsetzen, wenn der andere Transformator-Wandler seinen Ruhekontakt im jeweils anderen Kanal geöffnet hat.

Zur Überwachung einer Arbeitsmaschine werden die Relaiskontakte 193 bis 196 so geschaltet, daß die Maschine nur dann arbeiten kann, wenn beide Relais 187 und 188 erregt sind. Liegen diese Relaiskontakte beispielsweise in der Energieversorgung der Arbeitsmaschine, so wird man die beiden Arbeitskontakte 194 und 196 in Reihe schalten, so daß die Arbeitsmaschine nur dann an Netzspannung angeschlossen ist, wenn beide Kontakte geschlossen sind. Bei mehrkanaligen Maschinensteuerungen ist je ein Arbeitskontakt in den entsprechenden Kanal einzuschleifen.

Die steuerbaren Schalter 207 bis 210 werden von der Taktsteuerung 24 angesteuert. Für einfache Überwachungsaufgaben kann diese Taktsteuerung samt den steuerbaren Schaltern 207 bis 210 fortgelassen werden. Bei bestimmten Überwachungsaufgaben soll dagegen ein Signal "Schutzfeld frei" erst nach zweimaliger Unterbrechung des Schutzfeldes erzeugt werden können. Die Taktsteuerung enthält ein Schieberegister 218, dessen beide Ausgänge Q1 und Q0 je mit einem Eingang eines ODER-Gatters 219 und 223 verbunden sind. Der Ausgang des ODER-Gatters 219 steuert die beiden Schalter 207 und 209 an. Der Ausgang des ODER-Gatters 223 steuert die beiden Schalter 208 und 210 an. Der andere Eingang des ODER-Gatters 219 ist über einen Opto-Koppler 220 mit einer Leitung 221 verbunden. In entsprechender Weise ist der andere Eingang des ODER-Gatters 223 über eine Opto-Koppler 224 mit einer Leitung 225 verbunden. Der Takteingang des Schieberegisters 218 ist über einen Opto-Koppler 229 und eine Leitung 228 mit dem Gleichrichter 197 des ersten Transformator-Wandlers 185 verbunden. Zur Auswahl ver-

schiedener Betriebsarten können die Leitungen 221 und 225 mit einer Spannungsquelle 227 verbunden werden, was über Schalter oder Steckverbinder 222 und 226 erfolgt. In einer ersten Betriebsart "Schutzbetrieb" ist der Steckverbinder 222 gesetzt, so daß beide Leitungen 221, 225 mit der Spannungsquelle verbunden sind. Damit führen die Ausgänge der ODER-Gatter 219 und 223 stets eine "1", so daß die Schalter 207 bis 210 immer geschlossen sind.

In einer zweiten Betriebsart "Taktsteuerung" ist dagegen nur die Leitung 225 über die Steckverbindung 226 mit der Spannungsquelle 227 verbunden, während die Leitung 221 potentialfrei ist. Damit bestimmt das Schieberegister 218, ob das ODER-Gatter 219 eine "1" oder eine "0" führt. Bei jedem ersten Ansprechen des Transformator-Wandlers 185 wird durch die positive Flanke am Ausgang des Gleichrichters 197 das Schieberegister 218 fortgeschaltet. Beim ersten Zählimpuls führt sein Ausgang Q0 eine "1", so daß über das ODER-Gatter 219 die Schalter 207 und 209 geschlossen werden, sofern sie nicht schon über eine Spannung auf der Leitung 221 geschlossen sind. Erst beim zweiten Zählimpuls führt der Ausgang Q1 des Schieberegisters 218 eine "1", wodurch über das ODER-Gatter 223 auch die Schalter 208 und 210 geschlossen werden. Da somit nur bei dem zweiten Ansprechen des Transformator-Wandlers 185 die Schalter 208 und 210 geschlossen werden, können die Relais 187 und 188 also auch nur bei dem zweiten Ansprechen des Transformator-Wandlers 185 anziehen. Dem Schieberegister 218 wird mit jedem Ansprechen des Transformator-Wandlers 185 eine "1" eingeschoben. Hierzu ist der nicht dargestellte Dateneingang des Schieberegisters 218 ständig mit einer "1" verbunden, während der Takteingang des Schieberegisters 218 mit dem Ausgang des Opto-Kopplers 229 verbunden ist. Beim "Eintaktbetrieb" ist die Steckverbindung 226 gesetzt, so daß mit jedem ankommenden Takt der Ausgang Q0 eine "1" erhält und somit mit jedem Takt die Schalter 207 und 209 geschlossen werden.

Beim Zweitaktbetrieb sind dagegen beide Steckverbinder 222 und 226 entfernt. Damit werden beide ODER-Gatter 223 und 219 nur von dem Schieberegister 218 angesteuert. Nach jedem zweiten Takt führen demnach beide Ausgänge Q0 und Q1 gleichzeitig eine "1".

Der Zweitaktbetrieb ist beispielsweise dann vorgesehen, wenn bei einer Presse das Entnehmen und Einlegen des Formteiles manuell erfolgt. In diesem Fall wird nach jedem Preßvorgang durch ein Betätigen einer Fernsteuerung das Schieberegister 218 zurückgesetzt, so daß seine beiden Ausgänge eine "0" führen. Hierzu ist eine weitere Spannungsquelle 211 vorgesehen, die über eine Starttaste 212, einen Betriebsartschalter 213 einer Fernsteuerung und einen Opto-Koppler 214 mit dem Rücksetzeingang des Schieberegisters 218 verbunden ist.

Der Ausgang des Opto-Kopplers 214 ist weiterhin über ein ODER-Gatter 215 mit der Leitung 157 verbunden, die ein Start- und Testsignal an die beiden Mikrocontroller übermittelt. Für die Erzeugung eines Testsignals beim anfänglichen Einschalten der Energieversorgung ist eine Erkennungsschaltung 216 vorgesehen, deren Ausgang mit dem Rücksetzeingang MR eines Flip-Flops 217 verbunden ist. Der invertierte Ausgang Q-quer des Flip-Flops 217 ist mit dem anderen Eingang des ODER-Gatters 215 verbunden. Steigt beim anfänglichen Einschalten der elektrischen Energieversorgung die Spannung an, so setzt die Erkennungsschaltung 216 das Flip-Flop 217 zurück, so daß an dessen invertiertem Ausgang Q-quer eine "1" erscheint, die auf die Leitung

157 gelangt. Mit dem ersten Betätigen der Starttaste 212 wird das Flip-Flop 217 gesetzt, so daß am invertiertem Eingang eine "0" ansteht. Damit gelangt der entsprechende Testimpuls direkt vom Opto-Koppler 214 über das ODER-Gatter 215 auf die Leitung 157.

Fig. 14 zeigt ein detaillierteres Schaltbild der Eingabe/-Ausgabeinheit gemäß Fig. 13. Die beiden Transformator-Wandler 185 und 186 sind primärseitig identisch aufgebaut, so daß nur der Transformator-Wandler 185 des ersten Kanales detaillierter erläutert wird. Die Leitung 158, die das dynamische Ausgangssignal des ersten Kanales führt, ist über einen Kondensator 250 mit der Gate-Elektrode eines Transistors 251 verbunden, dessen Drain-Source-Strecke zwischen der Primärwicklung 252 eines Übertragers 253 und Masse liegt. Parallel zur Drain-Source-Strecke des Transistors 251 liegt eine Zener-Diode 254 und ein Kondensator 255. Die Gate-Elektrode ist über eine Parallelschaltung aus einer Zener-Diode 256 und einem Widerstand 257 mit Masse verbunden. Die Leitung 158 ist über einen Pull-Up-Widerstand 262 mit positiver Versorgungsspannung verbunden. Der andere Anschluß der Primärseite 252 ist über einen Widerstand 258, eine Diode 259 und den Relaiskontakt 189 mit Versorgungsspannung verbunden. Weiterhin ist der gemeinsame Verbindungspunkt zwischen dem Widerstand 258 und der Diode 259 mit einer Reihenschaltung aus einem Widerstand 260, einer Diode 261 und dem Relaiskontakt 191 ebenfalls mit der Versorgungsspannung verbunden.

Zur Anzeige der Schaltstellung der Relaiskontakte 189 und 191 sind deren mit den Dioden 259 bzw. 261 verbundene Anschlüsse jeweils über Widerstände 263 bzw. 264 mit den Leuchtdioden 199 bzw. 200 verbunden. Leuchtet die Diode 199, so heißt dies, daß das Relais 188 abgefallen ist. Ist sie erloschen, so ist das Relais 188 angezogen. Leuchtet die Diode 200, so hat das Relais 187 angezogen. Ist sie erloschen, so ist das Relais 187 abgefallen.

Wirkungsmäßig wird die Primärseite des Transformator-Wandlers durch den Transistor 251 angesteuert, wenn ein dynamisches Signal auf der Leitung 158 ankommt und einer der beiden der Relaiskontakte 189 und 191 geschlossen ist. Dieses Signal wird energiemäßig angehoben und galvanisch getrennt auf die Sekundärseite 252' des Übertragers 253 übertragen, von der Diode 197 gleichgerichtet und zu einem Anschluß des Relais 187 geleitet. Der andere Anschluß des Relais ist über die in Reihe geschalteten Opto-Koppler 208 und 207 mit dem anderen Anschluß der Sekundärseite 252' verbunden. Die Opto-Koppler wirken hier als steuerbare Schalter, deren Ansteuerung galvanisch vom Schalter getrennt ist. Parallel zu den als Schalter wirkenden Transistoren der Opto-Koppler 208 und 207 liegen Zener-Dioden 265 und 265'. Weiterhin liegen parallel zur Reihenschaltung aus Sekundärseite 252' und dem Gleichrichter 197 ein Kondensator 266 und eine Reihenschaltung aus einem Widerstand 267 und einer Diode 268. Parallel zur Diode 268 liegt die Eingangsseite des Opto-Kopplers 229, der damit das Erregungssignal für das Relais 187 abgreift. Der als Schalter wirkende Transistor an der Ausgangsseite des Opto-Kopplers 229 ist über einen Kollektor-Widerstand 269 mit positiver Versorgungsspannung verbunden und weiterhin als Signalausgang mit einem Schmitt-Trigger 270. Der Ausgang des Schmitt-Triggers 270 ist mit dem Takteingang des Schieberegisters 218 verbunden.

Der Kondensator 266 wirkt als Zeitverzögerungsglied für das Ansprechen und das Abfallen des Relais

187, so daß eine gewisse Phasenverschiebung zwischen den dynamischen Ausgangssignalen auf den Leitungen 158 und 158' der beiden Kanäle noch ausgeglichen werden kann und daß beim Umschalten der Relaiskontakte 189 und 191 das Relais 187 noch nicht sofort abfällt. (Funktion des "Zeitfensters") Auch die Sekundärseite des Transformator-Wandlers 186 für den zweiten Kanal entspricht im wesentlichen dem Aufbau des Transformator-Wandlers 185 für den ersten Kanal mit Ausnahme des Opto-Kopplers 229, der im zweiten Kanal nicht benötigt wird. Anstelle des Opto-Kopplers 229 ist dort eine Leuchtdiode 229' vorgesehen, die die Last des Opto-Kopplers 229 nachbildet, so daß beide Transformator-Wandler möglichst identisches Ansprechverhalten haben. Soweit die Bauteile des zweiten Transformator-Wandlers 186 also identisch mit denen des ersten Transformator-Wandlers sind und keine abweichende Funktion haben, sind sie in Fig. 14 nicht mit besonderen Bezugszeichen versehen.

Das Schieberegister 218, das die wesentliche Funktion der Taktsteuerung ausführt, ist ein Baustein des Typs HEF 4015 B. Sein D-Eingang (Dateneingang) ist permanent mit positiver Versorgungsspannung verbunden, führt also ständig eine logische "1". Mit jedem Takt-signal von dem Schmitt-Trigger 270 wird also eine weitere "1" in das Schieberegister 218 geschrieben. Sein erster Ausgang Q0 steuert über einen Treiber 271 die Eingangsseite der beiden Opto-Koppler 209 und 207. Sein zweiter Ausgang Q1 steuert über einen Treiber 272 in entsprechender Weise die Opto-Koppler 210 und 208. Die eingangsseitigen Leuchtdioden dieser Opto-Koppler 210 und 208 bzw. 207 und 209 liegen jeweils in Reihenschaltung und sind jeweils über Leuchtdioden 273 bzw. 274 und Widerstände 275 und 276 mit positiver Versorgungsspannung verbunden. Die Leuchtdioden 273 und 274 zeigen die Schaltstellung der zugeordneten Opto-Koppler 208, 210 bzw. 209, 207 an.

Ob die Relais 187 und 188 bei freiem Schutzfeld anziehen können, hängt bei den Betriebsarten "Eintakt" (Verbinder 226 gesetzt, Verbinder 222 entfernt) und "Zweitakt" (beide Verbinder 226 und 222 entfernt) vom Inhalt des Schieberegisters 218 ab. Der Eingang des Schieberegisters ist statisch auf "1" gelegt. Sobald der Schutzfeldzustand von "nicht frei" auf "frei" wechselt, entsteht über das Anschwingen des Transformator-Wandlers 185, den Opto-Koppler 229 und den Schmitt-Trigger 270 eine positive Flanke am Takteingang des Schieberegisters 218. Es wird ein Schiebevorgang ausgelöst und somit ein Taktsignal eingespeichert. Beim Eintaktbetrieb sind die Opto-Koppler 210 und 208 von der Spannungsquelle 227 ständig aktiviert, so daß bei jedem Takt über den Ausgang Q0 des Schieberegisters 218 die anderen Opto-Koppler 209 und 207 durchschalten. Beim Zeittaktbetrieb führen erst nach dem zweiten Takt beide Schieberegisterausgänge Q0 und Q1 eine "1", so daß erst beim zweiten Takt alle Opto-Koppler 207, 208, 209 und 210 durchgeschaltet haben.

Die Komponenten für die Auswahl der Betriebsart sind wie folgt aufgebaut: Die Versorgungsspannungsquelle 227, gepuffert über einen Kondensator 277, kann über den Steckverbinder 226 mit der Leitung 225 oder über den Steckverbinder 222 mit den beiden Leitungen 221 und 225 verbunden werden. Die Leitung 225 ist über einen Widerstand 278 und eine Leuchtdiode 279 für die Betriebsartanzeige mit dem Eingang (Leuchtdiodenteil) des Opto-Kopplers 224 verbunden. Der andere Eingang liegt auf Masse. Zwischen der Leitung 225 und Masse liegt noch eine Parallelschaltung aus einer Zener-Diode

280 und einem Kondensator 281. Der Schalttransistor-
teil des Opto-Kopplers 224 ist über einen Kollektorwi-
derstand 282 mit positiver Versorgungsspannung ver-
bunden und weiterhin über zwei Treiber 283 und 284
mit dem Steuereingang des Opto-Kopplers 210. Die
Ausgänge des Treibers 284 und des Treibers 272 sind
elektrisch miteinander verbunden, womit man die
ODER-Funktion 223 als "wired-OR" erhält.

Die Leitung 221 ist in gleicher Weise mit Bauteilen
verbunden wie die Leitung 225, so daß diese nicht mehr
eigens beschrieben werden müssen. Der letzte Treiber
in der Leitung 221 ist mit dem Ausgang des Treibers 271
verbunden, so daß hier ebenfalls eine Wired-OR-Schal-
tung 219 für die Ansteuerung der Opto-Koppler 209 und
207 entsteht.

Der Eingang für den Opto-Koppler 214 (Remote-
Start, Test) ist in gleicher Weise geschaltet wie bei den
Opto-Kopplern 220 und 224. Der Ausgang des Opto-
Kopplers 214 ist über eine Reihenschaltung aus einem
Widerstand und drei Treibern 286 mit dem Takteingang
des Flip-Flops 217 verbunden. Sobald also bei geschlos-
senem Schalter 213 die Starttaste 212 gedrückt wird,
erscheint ein Impuls am Takteingang des Flip-Flops 217.
Der invertierte Ausgang des Flip-Flops 217 ist über eine
Diode 287 mit der Leitung 157 verbunden. Weiterhin ist
der Ausgang des Treibers 286 über die Reihenschaltung
aus einem Treiber 288 und einer Diode 289 mit der
Leitung 157 verbunden, womit ebenfalls eine "Wired-
OR-Funktion" des ODER-Gatters 215 realisiert wird.
Der D-Eingang des Flip-Flops 217 liegt ständig auf posi-
tiver Versorgungsspannung. Der Rücksetzeingang
"CLR" des Flip-Flops liegt an einem Spannungsteiler
bestehend aus einem Kondensator 290 und einem Wi-
derstand 291, wobei dieser Spannungsteiler zwischen
positiver Versorgungsspannung und Masse liegt. Bei
Einschalten der Versorgungsspannung wird der Kon-
densator 290 aufgeladen, so daß entsprechend der Zeit-
konstanten des Spannungsteilers das Flip-Flop 217 kur-
ze Zeit nach Einschalten der Versorgungsspannung
rückgesetzt wird. Dieses Signal auf der Leitung 157 be-
wirkt, daß die Ausgänge der Treiber in den Steuerein-
heiten den Zustand hochohmig annehmen. Aufgrund
der Beschaltung mit Pulldown-Widerständen wird dies
von den Mikrocontrollern als "Objekt im Schutzzfeld"
bewertet. Ein Unterbrechen des Stromkreises 211, 212,
213 läßt das Flip-Flop 217 kippen. Die Treiber der
Steuereinheit werden dadurch leitend. Somit ist die Si-
mulation "Objekt im Schutzzfeld" aufgehoben. Nach die-
sem erstmaligen Start bzw. Fernstart nach dem Ein-
schalten wird für jede externe Testanforderung in den
Steuereinheiten der Zustand "Objekt im Schutzzfeld" si-
muliert.

Fig. 15 zeigt ein Blockschaltbild eines Analog-Schal-
ters 121...123 der Fig. 9 und 10. Jeder Analog-Schalter
hat einen "Daten"-Eingang 292, der mit der Anode der
jeweiligen Photodiode verbunden ist. Dieser Eingang
292 ist mit den Eingängen von zwei Operationsverstär-
kern 293 und 294 verbunden, die einen sehr hochohmi-
gen Eingangs- und einen niederohmigen Ausgangswi-
derstand haben. Die Ausgänge der Operationsverstär-
ker sind über je einen steuerbaren Schalter 295 bzw. 296
mit den Leitungen 36 bzw. 37 (Fig. 9 und 10) verbunden.
Die Steuereingänge 297 bzw. 298 der Schalter 295 bzw.
296 sind mit den zugeordneten Ausgängen der Ring-
schieberegister 26 bzw. 27 (Fig. 9 und 10) verbunden.

Fig. 16 zeigt ein detailliertes Schaltbild des Analog-
Schalters der Fig. 15. Als Verstärker 293 und 294 wer-
den hier Operationsverstärker des Typs TL 081 mit

JFET-Eingang verwendet. Die nicht-invertierenden Ein-
gänge dieser Operationsverstärker sind über einen
Koppelkondensator 299 mit dem Eingang 292 verbun-
den. Weiterhin sind die beiden nicht-invertierenden Ein-
gänge der Operationsverstärker 293 und 294 an einen
Spannungsteiler aus Widerständen 300 und 301 ange-
schlossen, wobei der Spannungsteiler zwischen positi-
ver Versorgungsspannung und Masse liegt. Die invertie-
renden Eingänge der Operationsverstärker 293 und 294
sind mit dem jeweiligen Ausgang rückgekoppelt. Wei-
terhin sind die Ausgänge der Operationsverstärker 293
bzw. 294 über die als Transistoren ausgebildeten steuer-
baren Schalter 295 bzw. 296 mit den Ausgangsleitungen
36 bzw. 37 verbunden. Im konkreten Fall sind die Aus-
gänge der Operationsverstärker mit dem Kollektor der
Transistoren verbunden, so daß die Kollektor-Emitter-
Strecke den Schalter darstellt. Die Basis der Transisto-
ren 295 und 296 liegt an jeweils einem Spannungsteiler
aus Widerständen 302, 303 bzw. 304, 305, wobei diese
Spannungsteiler einerseits an Masse und andererseits
an den Steueranschlüssen 297 bzw. 298 angeschlossen
sind. Der Eingang des Koppel-Kondensators 299 ist
schließlich über einen Widerstand 307 mit Masse ver-
bunden.

Ein Ausgangssignal der angeschlossenen Photodiode
gelangt über den Eingang 292 und den Koppel-Konden-
sator 299 zu den beiden Operationsverstärkern 293 und
294. Sind die beiden Transistoren 295 und/oder 296
durch ein Signal an den Eingängen 297 bzw. 298 leitend
geschaltet, so gelangt das Ausgangssignal der Opera-
tionsverstärker zu den Leitungen 36 bzw. 37.

Zu betonen ist noch, daß die beiden Operationsver-
stärker 293 und 294 an voneinander unabhängige Span-
nungsquellen angeschlossen sind, wobei die Spannung
der einen Spannungsquelle mit einem "*" gekennzeichnet
ist.

Die Fig. 18 bis 23 zeigen Modifikationen des Empfän-
gers und insbesondere der Eingabe-/Ausgabereinheit
des Empfängers. Soweit die einzelnen Teile schaltungs-
oder funktionsmäßig mit den bisher beschriebenen Teil-
en übereinstimmen, haben sie die gleichen Bezugszei-
chen wie in den bisher beschriebenen Figuren. Bei den
Modifikationen handelt es sich um Zusatzfunktionen
wie Kontaktüberwachung der Relaiskontakte (Schütz-
kontrolle), Wiederanlaufsperrung und Einstellung ver-
schiedener Betriebsarten.

In Fig. 18 ist dementsprechend eine zum Vergleich
23 führende Leitung 308 für die Schützkontrolle gezeigt.
Weiterhin ist zwischen die Taktsteuerung 24 und die
Ausgangsleitung 25 zu den Relais eine Wiederanlauf-
sperrung 309 eingefügt, die von zwei Leitungen 310 bzw.
311 steuerbar ist. Schließlich führt zur Taktsteuerung 24
eine Leitung 312, mit der die Betriebsart einstellbar ist
und eine von der Leitung 44 abzweigende Leitung 313
für ein Taktlösch. Ansonsten entspricht die Fig. 18
vollständig der Fig. 2.

Fig. 19 zeigt ein Blockschaltbild der Eingabe-/Ausga-
beeinheit des Empfängers gemäß der Modifikation der
Erfindung. Aus Fig. 19 werden die Abwandlungen ge-
genüber Fig. 13 deutlich.

Die beiden Leitungen 158 und 158', die die dynami-
schen Ausgangssignale der beiden Kanäle führen, sind
hier über zusätzliche Optokoppler 314 und 315 zu dem
Vergleich 23 geführt. Im Eingangskreis der Vergleich-
er beider Kanäle zu dem Ruhekontakt des jeweils
anderen Kanals liegt noch je ein steuerbarer Schalter
316 bzw. 317, mit denen die Funktion der Wiederanlauf-
sperrung realisiert ist. Einzelheiten hierzu werden in Zu-

sammenhang mit Fig. 23 erläutert. Des weiteren ist in demselben Eingangskreis in beiden Kanälen je ein weiterer steuerbarer Schalter 318 und 319 vorgesehen, über die die Funktion der Schützüberwachung realisiert ist. Sollten Relaiskontakte der von den Arbeitsrelais 187, 188 betätigten Schütze kleben, so wird dies erkannt, worauf die Schalter 318 bzw. 319 nicht schließen und ein Arbeiten der Transformator-Wandler 185 bzw. 186 verhindern.

Weiter sind in der Ansteuerung für die Relais 187 und 188 steuerbare Schalter 320 bzw. 321 vorgesehen, die in die Funktion der Betriebsartauswahl eingebunden sind. Diese Schalter 320 und 321 werden von einem ODER-Gatter 322 angesteuert und ermöglichen nur dann ein Ansprechen der Relais 187 bzw. 188, wenn einer der drei Eingänge des ODER-Gatters 322 eine logische "1" führt. Die drei Eingänge kommen von:

- a) dem Optokoppler 220 (Leitung 221) für eine Betriebsart;
- b) einem Optokoppler 338, der bei jedem Takt der Taktsteuerung ein Signal liefert;
- c) einem UND-Gatter 323.

Die beiden Eingänge des UND-Gatters 323 sind an die Betriebsartauswahl (Optokoppler 224; Leitung 225) und an die Taktsteuerung (Optokoppler 338) angeschlossen. Der Ausgang des UND-Gatters 323 führt nur dann ein Ausgangssignal, wenn die Betriebsart "Eintakt" gewählt ist und die Taktsteuerung anzeigt, daß ein Takt abgelaufen ist.

Die Ausgangskreise enthalten steuerbare Schalter 324, 327, 328 und Arbeitskontakte 325, 326, bzw. Ruhekontakte 329, 330 der beiden Relais 187, 188. Weitere Überwachungskreise (Leitungen 331, 332) steuern die Schalter 318 bzw. 319 an. Die Ansteuerung der steuerbaren Schalter 316 und 317 erfolgt über ein ODER-Gatter 334 mit zwei Eingängen. Dem einen Eingang wird zum Lösen einer Wiederanlaufsperrung ein kurzes Signal von einem Zeitglied 333 zugeführt. Dem anderen Eingang wird über eine Leitung 335 dann ein Signal zugeführt, wenn die Wiederanlaufsperrung abgeschaltet ist. Zur Eingabe-/Ausgabeeinheit gehört auch noch eine Leitung 337, die Signale für einen ferngesteuerten Start, einen Test und zum Löschen eines Zyklusses dienen, wobei auch hier ein Optokoppler 336 in dieser Leitung vorgesehen ist.

Schließlich wird vom Gleichrichter 197 noch ein Signal abgegeben, das über einen Optokoppler 340 der Taktsteuerung zugeführt wird und jeweils die Flanke eines das Relais 187 erregenden Signales führt.

Fig. 20 zeigt ein detaillierteres Schaltbild der Eingabe-/Ausgabeeinheit des Empfängers gemäß der Modifikation der Erfindung. Soweit einzelne Bauteile mit dem Schaltbild der Fig. 14 übereinstimmen, tragen sie das gleiche Bezugszeichen.

Im Prinzip sind auch hier zwei Transformator-Wandler 185 und 186 für die beiden Kanäle vorgesehen. Durch verschiedene externe Schaltungen, die in den Fig. 21 und 22 dargestellt sind, können jedoch weitere Zusatzfunktionen realisiert werden. Die Transformator-Wandler 185 und 186 arbeiten — in gleicher Weise wie in Zusammenhang mit Fig. 14 erläutert — wenn sie primärseitig (Wicklungen 252) über Relaiskontakte 189 oder 190 bzw. 191 oder 192 mit der Spannungsquelle 227 verbunden sind, und wenn der jeweilige Transistor 251 mit dem dynamischen Ausgangssignal (Leiten 158, 158', Optokoppler 314 bzw. 315) beaufschlagt sind. Auch hier

ist das gleiche Prinzip angewandt, das die beiden Transformatorwandler nur innerhalb eines begrenzten Zeitfensters zu arbeiten beginnen können, andernfalls durch die Kontakte 189 bis 192 die Wandler gesperrt werden.

Beide Relais 187 und 188 können nur dann erregt werden, wenn der als Transistor ausgebildete steuerbare Schalter 320 geschlossen ist. Die beiden zum Gegenpotential der Erregung führenden Anschlüsse der Relais 187 und 188 sind gemeinsam an den Kollektor des Transistors 320 angeschlossen, dessen Emitter über eine gemeinsame Leitung an die Sekundärseite beider Transformator-Wandler angeschlossen ist. Nur wenn der Transistor 320 leitend ist, erhalten die Relais das zum Ansprechen erforderliche Gegenpotential. Der Transistor 320 ist wirkungsmäßig in die Taktsteuerung eingebunden. Der Transistor 320 wird durch folgende Signale leitend geschaltet:

1. Versorgungsspannung auf der Leitung 221, die über den Optokoppler 352 zur Basis des Transistors 320 gelangt. Ist die Betriebsart "Guard-only-mode" gewählt, so ist der Transistor 320 ständig leitend geschaltet.
2. Ein Signal, das von der Taktsteuerung über den Optokoppler 339 kommt und bei dem zweiten Zyklus erscheint;
3. Ein drittes Signal der Taktsteuerung. Dieses Signal wird nur dann erzeugt, wenn beide in Reihe geschalteten Optokoppler 353 und 338 aktiviert sind. Der Optokoppler 353 wird über die Leitung 225 dann aktiviert, wenn die Betriebsart "Ein Zyklus" eingestellt ist; der Optokoppler 338 erhält bei dem 1. Takt der Taktsteuerung ein Zyklussignal. Die Reihenschaltung der beiden Optokoppler 353 und 338 realisiert das UND-Gatter 323. Der gemeinsame Verbindungspunkt der Emitter der beiden Optokoppler 352 und 339 realisiert ein wired-OR-Gatter 322. Für die Funktionen Schützkontrolle und Wiederanlaufsperrung ist ein drittes Relais 351 vorgesehen, das durch externe Beschaltung mit einem Kondensator 333 nur kurzfristig anzieht und dann wieder abfällt. Ein Arbeitskontakt 354 dieses Relais ist den beiden Arbeitskontakten 191 und 192 der Relais 188 und 187 vorgeschaltet und erhält über einen Anschluß 348 — je nach externer Beschaltung — Versorgungsspannung. Die externe Beschaltung erfolgt über Anschlüsse 341 bis 350. Der Anschluß 341 ist der Anschluß für die Spannungsquelle 227. Der Anschluß 342 ist für die Energieversorgung des ersten Transformator-Wandlers, der Anschluß 343 für die des zweiten Transformator-Wandlers vorgesehen. Die Anschlüsse 344 und 345 dienen der Betriebsartauswahl. Der Anschluß 346 bringt Potential zu dem Pull-Up-Widerstand 262 des ersten und zweiten Transformator-Sperrwandlers. Der Anschluß 349 bringt die Energiezufuhr über den Anschluß 347 zum Relais 351; Der Anschluß 350 schließlich bringt Potential für das Signal auf den Leitungen 337 (über einen Optokoppler 336).

Je nach unterschiedlicher externer Beschaltung der Anschlüsse 341 bis 350 werden verschiedene Funktionen ausgewählt, die in Zusammenhang mit den Fig. 21 und 22 erläutert werden.

Etwas unterschiedlich gegenüber Fig. 14 ist auch noch die Ansteuerung der Statusanzeigedioden 199 bis 202. Die Energieversorgung der vier Dioden erfolgt

über den Anschluß 346. Die Ansteuerung erfolgt über die Optokoppler 355 bzw. 356. Der Optokoppler 355 wird über den Arbeitskontakt 192 des Relais 187 aktiviert, wodurch die Diode 200 aktiviert ist. Ist dies der Fall, so ist die Diode 199 aufgrund der mit ihr in Reihe geschalteten Zenerdiode deaktiviert. Ist dagegen der Optokoppler 355 nicht erregt, so ist die Zenerspannung erreicht und die Diode 199 leuchtet. Entsprechendes gilt für die Dioden 201 und 202.

Auf der rechten Seite des Schaltbildes der Fig. 20 sind noch Anschlüsse 357, 358 und 359 gezeigt, die an die gleichnamigen Anschlüsse der Fig. 23 angeschlossen werden. Am Anschluß 357 steht ein Signal an, das den Arbeitszustand des ersten Transformatorwandlers 185 kennzeichnet. Die Anschlüsse 358 und 359 sind Eingänge, die von der Taktsteuerung Signale erhalten.

Weitere Kontakte der drei Relais 187, 188 und 351, die in Kreise von zu überwachenden Maschinen eingeschleift sind, werden hier pauschal mit dem Bezugszeichen 360 bezeichnet.

Die Fig. 21 und 22 zeigen verschiedene externe Beschaltungen der Schaltung gemäß Fig. 20. Generell sind hier die Funktionen "Betriebsart", "Schützkontrolle" und "Wiederanlaufsperr" von Bedeutung. Diese Funktionen werden zunächst kurz zusammenfassend dargestellt.

Schützkontrolle

Sollte die Schaltleistung der Relaiskontakte oder die Kontaktanzahl für eine Anwendung nicht ausreichen, so sind von den beiden Kanälen je ein zwangsgeführtes elektromagnetisches Schaltglied anzusteuern. Die Eingänge 342 und 343 dienen der Überwachung dieser Schaltglieder. Ein Ruhekontakt 365 des vom ersten Kanal angesteuerten Schaltgliedes 367 ist an den Eingang 342 (Schützkontrolle I) anzuschließen. Ein Ruhekontakt 366 des vom zweiten Kanal angesteuerten Schaltgliedes 368 ist an den Eingang 343 (Schützkontrolle II) anzuschließen.

Externe Anlaufstestung/zyklische Testung/Taktlöschung

Dieser Eingang 350 dient der Übernahme einer externen Testanforderung an das Lichtgitter. Während des Öffnens des Tasters 369 wird im Lichtgitter ein Eingriff in das Schutzfeld simuliert. Die Anlaufstestung kann somit durch Betätigen eines an diesem Eingang angeschlossenen Befehlsgerätes (z. B. 381') ausgeführt werden. Beim Einsatz an Pressen der Metallbearbeitung dient dieser Eingang zur Übernahme des zyklischen Tests nach Ende der gefährlichen Schließbewegung jedes Pressenhubes. Die dritte Funktion dieses Eingangs dient der Taktlöschung des Taktspeichers, wenn das Lichtgitter als Schutz- und Steuereinrichtung bei zyklischem Eingreifen von Hand in das Schutzfeld verwendet wird. Hierbei werden die Betriebsarten "Eintakt" und "Zweitakt" unterschieden.

Beim Eintaktbetrieb gibt die Taktsteuerung nach einmaliger Unterbrechung und Freigabe des Schutzfeldes den Startbefehl an die Maschine. Beispiel: Ein Werkstück wird in eine Form gelegt und die Maschine wirft das bearbeitete Werkstück automatisch aus.

Beim "Zweitaktbetrieb" wird der Startbefehl erst nach zweimaliger Unterbrechung des Schutzfeldes erteilt. Beispiel: Entnahme des bearbeiteten und Einlegen des neuen Werkstücks. Nach Ende der gefährlichen Schließbewegung muß der interne Taktspeicher durch

kurzes Öffnen des am Eingang 350 angeschlossenen Stromkreises (Taster 369) gelöscht werden, um für ein neues Einspeichern bereit zu sein. An die gesamte Taktsteuerung werden keine Sicherheitsanforderungen gestellt. Die Schutzwirkung des Lichtgitters ist auch bei Ausfall dieser Baugruppe zu jedem Zeitpunkt gegeben.

Interne Wiederanlaufsperr

Die integrierte Wiederanlauffunktion wird mit einer Brücke am Eingang 348 ein- bzw. ausgeschaltet. Ist die interne Wiederanlaufsperr-Funktion durch den ungeschalteten Eingang aktiviert, so verriegelt sich nach dem Einschalten des Lichtgitters, nach Änderung der Betriebsart und nach jedem Eindringen und Verlassen des Schutzfeldes die interne Wiederanlaufsperr. Am Signalausgang erscheint zwangsläufig der Schaltbefehl "Schutzfeld nicht frei" unabhängig vom physikalischen Schutzfeldzustand. Der Signalausgang verbleibt so lange in diesem Zustand, bis ein am Eingang 350 angeschlossenes Befehlsgerät (Taster 364 mit Arbeitskontakt) von Hand oder Fuß betätigt wird.

Betriebsart

Die Anschlüsse 344 und 345 dienen der Auswahl der Betriebsart. Wenn das Lichtgitter ausschließlich dem Unfallschutz dienen soll, ist die Betriebsart "Schutz" einzustellen. Soll das Lichtgitter zusätzlich als Steuereinrichtung verwendet werden, ist die Betriebsart "Eintakt" bzw. "Zweitakt" einzustellen. Wird die Betriebsart durch einen externen Wahlschalter ausgewählt, so ist der Wahlschalter mit zwangsläufigem Öffnen der Kontakte bei Ändern der Schalterposition und mit nicht-überlappenden Kontakten zu verwenden. Bei Änderung der Betriebsart durch einen Betriebsartwahlschalter (370, 371) wird der interne Taktspeicher gelöscht, so daß ein unkontrolliertes Auslösen eines Arbeitszyklus der Maschine nach der Betriebsartwahl verhindert ist. Zusätzlich wird beim Ändern der Betriebsart am Signalausgang des Lichtgitters zwangsweise der Schaltbefehl "Schutzfeld nicht frei" erzeugt. Enthält die nachgeschaltete Steuerung eine Wiederanlaufsperr oder ist die interne Wiederanlaufsperr aktiviert, so verriegelt sich diese. Das Einleiten einer gefahrbringenden Bewegung ist erst nach Betätigen des Befehlsgerätes "Wiederanlaufsperr" (Taster 364) möglich. Bei Anwendungen mit fest eingestellter Betriebsart (Fig. 21) sind die Eingänge 344 und 345 mit einer Brücke (262, 263) beschaltet.

In Fig. 21 werden durch externe Brücken bestimmte Betriebsarten fest eingestellt. Eine erste Brücke 361 verbindet die Anschlüsse 341 und 346 und legt damit konstante Versorgungsspannung an die Eingänge der beiden Arbeitskontakte 191 und 192, liefert die Speisespannung für die Dioden 199 bis 202 und stellt das Potential für den Pull-up-Widerstand 262 bereit.

Für reinen Schutzbetrieb sind die Anschlüsse 341 und 344 durch eine Brücke 362 verbunden. Hierdurch wird die Leitung 221 mit Versorgungsspannung verbunden, so daß der Transistor 320 ständig leitend ist, so daß im Ergebnis die Taktsteuerung unwirksam ist.

Beim Eintaktbetrieb ist dagegen die Brücke 362 entfernt und die Anschlüsse 341 und 345 sind durch eine Brücke 363 verbunden. Hierdurch wird die Leitung 225 mit Versorgungsspannung verbunden, so daß der Optokoppler 353 leitend ist. Das durch die beiden in Reihe geschalteten Optokoppler 353 und 358 gebildete UND-Gatter spricht also dann an, wenn am Anschluß 359 ein

Impuls erscheint, nach dem ersten Takt der Taktsteuerung erfolgt. Damit wird bei jedem Takt der Taktsteuerung der Transistor 320 leitend geschaltet.

Beim Zweitaktbetrieb sind beide Brücken 362 und 363 entfernt. Die Opto-Koppler 352 und 353 sperren, so daß der Transistor 320 nur durch den Opto-Koppler 339 leitend geschaltet werden kann. Dies erfolgt von der Taktsteuerung nach dem zweiten Takt.

Die für den Arbeitsbeginn der Transformatorwandler 185 und 186 verantwortlichen Relais-Kontakte 189 und 190 sind hier nicht direkt mit der Energieversorgung 227 verbunden. Sie erhalten vielmehr Betriebsspannung über den Arbeitskontakt 354 des dritten Relais 351 sowie über Ruhekontakte 365 bzw. 366 externer Relais 367 bzw. 368. Das Relais 367 wird durch einen Arbeitskontakt 325 des ersten Relais 187 und einen Ruhekontakt 324 des dritten Relais 351 erregt. Das Relais 368 wird über einen Arbeitskontakt 326 des zweiten Relais 188 und einen Ruhekontakt 327 des dritten Relais 351 erregt.

Durch den Arbeitskontakt 354 des dritten Relais 351 wird eine Wiederanlaufsperrung realisiert. Die Spannungsversorgung (Anschluß 347) des dritten Relais 351 wird über einen Taster 364, der die Anschlüsse 347 und 349 überbrückt und durch die Brücke 361 zwischen den Anschlüssen 364 und 341 mit der Spannungsquelle 227 verbunden. Wird der Taster betätigt, so zieht das Relais 351 kurz an und zwar für eine Zeitdauer, die durch den Kondensator 333 und den Spulen-Widerstand des Relais 351 bestimmt ist. Hierdurch schließt der Arbeitskontakt 354, so daß bei geschlossenen Kontakten 365 und 366 beide Relaiskontakte 189 und 190 mit der Spannungsquelle 227 verbunden werden, so daß die beiden Transformator-Wandler 185 und 186 zu arbeiten beginnen können, wenn sie die dynamischen Ausgangssignale auf den Leitungen 158 und 158' empfangen. Arbeiten beide Transformatorwandler 185 und 186, so sind die Arbeitskontakte 191 und 192 geschlossen und die weitere Energieversorgung der Wandler erfolgt über die Brücke 361 und damit unabhängig von dem Relaiskontakt 354, der kurze Zeit nach Betätigen des Tasters 364 wieder geöffnet ist. Wird die Lichtschranke unterbrochen oder fallen die Relais 187, 188 aufgrund eines sonstigen Fehlers ab, so öffnen die Kontakte 191 und 192, so daß ein erneutes "Wiederanlaufen" nur über ein Schließen des Arbeitskontaktes 354 erfolgen kann, also durch Betätigen des Tasters 364. Damit ist eine Wiederanlaufsperrung realisiert.

Durch die Relaiskontakte 365 und 366 wird eine Kontrolle der externen Relais realisiert. Bei ungestörtem Betrieb der Lichtschranke müssen diese Relais erregt sein, was durch Schließen der Kontakte 325 und 326 der Relais 187 und 188 erfolgt (bei ungestörtem stationärem Betrieb ist das Relais 351 abgefallen, so daß die Kontakte 324 und 327 geschlossen sind). Dann sind die Kontakte 365 und 366 geöffnet, so daß ein Starten der Transformatorwandler 185 und 186 nicht möglich ist. Falls das externe Relais 367 oder 368 aufgrund eines Fehlers trotz abgeschalteter Erregung hängen bleibt, so ist der Kontakt 365 bzw. 366 geöffnet, so daß ein Wiederanlaufen der Transformatorwandler nicht möglich ist. Durch diese Maßnahme wird die Schaltstellung der externen Relais überwacht und bei klebenden Relaiskontakten verhindert, daß die zu überwachende Arbeitsmaschine trotz gestörter Lichtstrecke arbeitet.

Für einen manuellen Test ist ein weiterer Taster 369 vorgesehen, der als Unterbrecher ausgebildet ist und zwischen den Anschlüssen 349 und 350 liegt. Durch Un-

terbrechen dieses Tasters 369 wird ein Signal an dem Anschluß 337 abgeschaltet, wodurch ein Taktspeicher in der Taktsteuerung gelöscht und den Mikrocontrollern 19 und 20 "Objekt im Schutzfeld" gemeldet wird.

Fig. 22 zeigt eine andere externe Beschaltung mit einem Betriebsartwahlschalter anstelle der Brücken 361, 362 und 363 der Fig. 21. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Schützkontrolle und die interne Wiederanlaufsperrung entfernt. Der Betriebsartwahlschalter hat zwei, mechanisch parallel geführte Schalter 370 und 371, die je vier Schaltstellungen einnehmen können. Die Schalter sind so ausgebildet, daß beim Wechsel von einer zur nächsten Schaltstellung die Strecke zwischen Eingang und Ausgang der Schalter unterbrochen ist. Dieses Merkmal ist wichtig, da hierdurch sichergestellt wird, daß bei einem Umschalten der Betriebsart beide Transformatorwandler zu arbeiten aufhören und danach wieder neu anlaufen müssen. Die Mittelkontakte beider Schalter 170 und 171 sind gemeinsam an den Anschluß 341 der Spannungsquelle 227 angeschlossen. Die vier Kontakte des Schalters 371 sind wie folgt verschaltet:

- Erste Stellung ("AUS"): Kontakt 372 offen;
- zweite Stellung ("Eintakt"): Kontakt 373 mit Anschluß 345 verbunden;
- dritte Stellung ("Zweitakt"): dritter Kontakt 374 offen;
- vierte Stellung ("Schutzbetrieb"): Kontakt 375 mit Anschluß 344 verbunden.

Die Kontakte des Schalters 370 sind wie folgt verschaltet:

- Erste Stellung ("AUS"): Kontakt 376 offen;
- zweite, dritte und vierte Stellung: Kontakte 377, 378 und 379 gemeinsam über eine Leitung 380 mit dem Anschluß 346 verbunden.

Weiter sind die Anschlüsse 342 und 343 über eine Brücke 381 mit Anschluß 346 bzw. über die Leitung 380 mit den drei Kontakten 377, 378 und 379 des Schalters 370 verbunden. In der "AUS"-Stellung sind die Anschlüsse 342, 343 und 346 von der Spannungsversorgung abgetrennt. Die Transformatorwandler können nicht zu arbeiten beginnen. In den übrigen Stellungen (zweite, dritte und vierte Stellung) sind die Anschlüsse 342, 343 und 346 mit der Spannungsquelle 227 verbunden; die Transformatorwandler können, wenn die übrigen Bedingungen erfüllt sind, arbeiten. Der Schalter 371 wählt die Betriebsart aus. In der ersten Stellung ist der Kontakt 373 auf Betriebsspannung gelegt, der Optokoppler 353 ist in Bereitschaft und kann durch ein Signal am Anschluß 359 über den Optokoppler 338 von der Taktsteuerung eingeschaltet werden.

In der dritten Stellung (Zweitakt) sind die Optokoppler 352 und 353 deaktiviert. Der Transistor 320 kann nur über den Optokoppler 339 von der Taktsteuerung (Anschluß 358) durchgeschaltet werden.

In der vierten Stellung (Schutzbetrieb) liegen der Anschluß 344 und die Leitung 221 auf Versorgungsspannung; der Optokoppler 352 ist leitend; der Transistor 320 ist ständig leitend. Die Taktsteuerung ist damit unwirksam geschaltet.

Bei jedem Umschalten der Schalter 370 und 371 wird die Spannungsversorgung unterbrochen, womit die Energiezufuhr zu den Transformatorwandlern 185 und 186 unterbrochen wird und der Transistor 320 sperrt. Ein Wiederanlaufen kann erst dann erfolgen, wenn der

Schalter 370 einen der Kontakte 377, 378 oder 379 mit der Spannungsquelle 277 verbindet. Eine externe Steuerung 381' ist an die Anschlüsse 349 und 350 angeschlossen sowie an die drei Schaltkreise 360. Durch die Brücke 381 ist der Relaiskontakt 354 des dritten Relais 351 überbrückt. Über den Anschluß 349 wird die externe Steuerung 381' und den Betriebsartwahlschalter mit der Spannungsquelle 227 verbunden, so daß während des Umschaltens des Betriebsartwahlschalters die externe Steuerung ebenfalls abgeschaltet wird.

Fig. 23 zeigt die Taktsteuerung. Kernstück ist das Schieberegister 218, das dem Schieberegister 218 der Fig. 14 entspricht. Sein Takteingang CP ist mit dem Anschluß 357 (Fig. 20 bis 22) verbunden und erhält immer dann einen "Schiebetakt", wenn der erste Transformatorwandler 185 zu arbeiten beginnt. Der erste Binärausgang Q0 ist mit dem Anschluß 359 verbunden. Sein zweiter Ausgang Q1 ist mit dem Anschluß 358 verbunden und wechselt nach zwei Schiebetakten seinen Zustand. Sein Rücksetzeingang R ist mit dem Anschluß 337 verbunden. Durch ein Signal am Anschluß 337 wird somit das Schieberegister 218 gelöscht. Die Anschlüsse 357, 337, 359 und 358 sind mit den gleichnamigen Anschlüssen in Fig. 20, 21 und 22 verbunden.

Die beiden Eingänge CP und R des Schieberegisters 218 sowie die beiden Ausgänge Q0 und Q1 sind mit den entsprechenden Anschlüssen über invertierende Verstärker 382, 383, 388 bzw. 391 verbunden. Zwischen dem Eingang des Verstärkers 382 und dem Anschluß 357 ist eine π -Schaltung aus einem Pull-down-Widerstand 384, einem Längswiderstand 385 und einem Kondensator 386 verbunden. Die gleiche Schaltung ist auch zwischen dem Eingang des Verstärkers 383 und dem Anschluß 337 vorgesehen. Zwischen dem Ausgang der Verstärker 388 bzw. 391 und den Anschlüssen 359 bzw. 358 liegt jeweils eine Reihenschaltung aus einer Diode 389 bzw. 392 und einem Widerstand 390 bzw. 393. Die Dioden 389 und 392 sind Leuchtdioden, die den Zustand der Taktsteuerung signalisieren.

Schließlich ist der Anschluß R des Schieberegisters 218 über einen weiteren invertierenden Verstärker 394 mit den Steuereinheiten (Fig. 12) verbunden, worüber das "Test"-Signal geliefert wird. Der Takteingang CP ist noch über einen Pull-up-Widerstand 394 mit positiver Versorgungsspannung verbunden.

Sämtliche in den Patentansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung dargestellten technischen Einzelheiten können sowohl für sich als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

Bezugszeichen

- 1 Sender
- 2 Sendediode 1
- 3 Sendediode 2
- 4 Sendediode n—1 (letzte)
- 5 Schaltwerk
- 6 Ringschieberegister
- 7 Schiebeplatz 1 Sender
- 8 Schiebeplatz 2 Sender
- 9 Schiebeplatz n—1 Sender
- 10 Schiebeplatz n Sender
- 11 Rückführleitung
- 12 Lichtimpulse 1. Diode
- 13 Lichtimpulse weitere Dioden
- 14 Eingangsleitung 1. Schiebeplatz Sender
- 15 Empfänger
- 16 Photodetektor 1

- 17 Photodetektor 2
- 18 Photodetektor n—1 (letzter)
- 19 Mikrocontroller Kanal 1
- 20 Mikrocontroller Kanal 2
- 21 Verstärkter Kanal 1
- 22 Verstärkter Kanal 2
- 23 Vergleich (beide Kanäle)
- 24 Taktsteuerung
- 25 Relaisausgang
- 26 Ringschieberegister Empfangskanal 1
- 27 Ringschieberegister Empfangskanal 2
- 28 Schiebeplatz 1 Empfangskanal 1
- 29 Schiebeplatz 2 Empfangskanal 1
- 30 Schiebeplatz n—1 Empfangskanal 1
- 31 Schiebeplatz n Empfangskanal 1
- 32 Schiebeplatz 1 Empfangskanal 2
- 33 Schiebeplatz 2 Empfangskanal 2
- 34 Schiebeplatz n—1 Empfangskanal 2
- 35 Schiebeplatz n Empfangskanal 2
- 36 Empfangssignalleitung Kanal 1
- 37 Empfangssignalleitung Kanal 2
- 38 Datenleitung Empfangskanal 1
- 39 Datenleitung Empfangskanal 2
- 40 Rückführleitung
- 41 Rückführleitung
- 42 Start- und Testschalter Kanal 1
- 43 Start- und Testschalter Kanal 2
- 44 Start- und Testsignalleitung
- 45 Watchdog Kanal 1
- 46 Watchdog Kanal 2
- 47 Taktleitung Sender
- 48 Enable-Leitung Sender
- 49 IR-Stromversorgungsleitung Sender
- 50 IR-Impulsleitung Sender
- 51 Leitung 1. Impuls
- 52 Jumper
- 53 Enable-Schalter 1 Sender
- 54 Enable-Schalter 2 Sender
- 55 Enable-Schalter n—1 Sender
- 56 Enable-Schalter n Sender
- 57 Sendediodenschalter 1
- 58 Sendediodenschalter 2
- 59 Sendediodenschalter n—1
- 60 Jumper
- 61 Jumper
- 62 Leitung (Ausgang letzte Registerstufe)
- 63 Leitung (Ausgang vorletzter Schiebeplatz)
- 64 Leitung (Registerfortschaltung) Sender
- 65 Leitung (Registerfortschaltung) Sender
- 66 Leitung (Registerfortschaltung) Sender
- 67 Masseleitung
- 68 Leitung (Anoden)
- 69 Widerstand
- 70 Widerstand
- 71 Kondensator
- 72 Pull-Down-Widerstand
- 73 Pull-Down-Widerstand
- 74 Pull-Down-Widerstand
- 75 Masseleitung
- 76 Pull-Up-Widerstand
- 77 Pull-Up-Widerstand
- 78 Pull-Up-Widerstand
- 79 Oszillator
- 80 Zähler
- 81 Decoder
- 82 Decoder
- 83 Decoder
- 84 Decoder

85 Leitung inv. Ausgang 1. Schiebeplatz 7
 86 ODER-Gatter
 87 UND-Gatter
 88 Verstärker
 89 Steuerbarer Schalter
 90 Zähler
 91 Flip-Flop
 92 ODER-Gatter
 93 NAND-Gatter
 94 Erkennungsschaltung
 95 UND-Gatter 95' Quarz
 96 Treiber 96' Kondensator
 97 Kondensator
 98 Widerstand
 99 Widerstand
 100 Treiber
 101 Treiber
 102 Treiber
 103 Widerstand
 104 Kondensator
 105 Widerstand
 106 Kondensator
 107 Pull-Down-Widerstand
 108 Kondensator
 109 Taktleitung Kanal 1 Empfänger
 110 Taktleitung Kanal 2 Empfänger
 111 Enable-Schalter 1 Empfänger Kanal 1
 112 Enable-Schalter 2 Empfänger Kanal 1
 113 Enable-Schalter n—1 Empfänger Kanal 1
 114 Enable-Schalter n Empfänger Kanal 1
 115 Enable-Schalter 1 Empfänger Kanal 2
 116 Enable-Schalter 2 Empfänger Kanal 2
 117 Enable-Schalter n—1 Empfänger Kanal 2
 118 Enable-Schalter n Empfänger Kanal 2
 119 Enable-Schalter n Empfänger Kanal 1
 120 Enable-Leitung Empfänger Kanal 2
 121 Analogschalter 1
 122 Analogschalter 2
 123 Analogschalter n—1
 124 Leitung (Registerfortschaltung) Empfänger
 125 Leitung (Registerfortschaltung) Empfänger
 126 Leitung (Registerfortschaltung) Empfänger
 127 Leitung (Ausgang letzte Registerstufe) K
 128 Leitung (Registerfortschaltung) Empfänger
 129 Leitung (Registerfortschaltung) Empfänger
 130 Leitung (Registerfortschaltung) Empfänger
 131 Leitung (Ausgang letzte Registerstufe) K
 132 Leitung Data Out Kanal 1
 133 Leitung Data Out Kanal 2
 134 Widerstand Kanal 1
 135 Widerstand Kanal 1
 136 Widerstand Kanal 1
 137 Jumper-Widerstand Kanal 1
 138 Widerstand Kanal 2
 139 Widerstand Kanal 2
 140 Widerstand Kanal 2
 141 Jumper-Widerstand Kanal 2
 142 Spannungsversorgung Kanal 1
 142 Spannungsversorgung Kanal 2
 144 Masseleitung
 145
 146 Komparator
 147 Mono-Flop
 148 Zähler
 149 Komparator
 150 Mono-Flop
 151 Zähler
 152 Verstärker

153 Verstärker
 154 Verstärker
 155 Rücksetzleitung
 156 Komparator
 5 157 Start- und Testleitung
 158 Dynamic-Out-Leitung
 159 Treiber
 160 Leitung display service
 161 Treiber
 10 162 Leitung LG-II-State
 163 Treiber
 164 Leitung
 165 Leitung LG-II-State
 166 Leitung Reset Controller
 15 167 Leitung
 168 Oszillator
 169 Kondensator
 170 Widerstand
 171 Widerstand
 20 172 Widerstand
 173 Widerstand
 174 Widerstand
 175 Widerstand
 176 Widerstand
 25 177 Pull-down-Widerstand
 178 Widerstand
 179 Transistor
 180 Widerstand
 181 Widerstand
 30 182 Widerstand
 183 Widerstand
 184 Widerstand
 185 Transformator-Wandler Kanal 1
 186 Transformator-Wandler Kanal 2
 35 187 Relais Kanal 1
 188 Relais Kanal 2
 189 Relaiskontakt R2
 190 Relaiskontakt R1
 191 Relaiskontakt R1
 40 192 Relaiskontakt R2
 193 Relaiskontakt R1
 194 Relaiskontakt R1
 195 Relaiskontakt R2
 196 Relaiskontakt R2
 45 197 Gleichrichter Kanal 1
 198 Gleichrichter Kanal 2
 199 Leuchtdiode red II
 200 Leuchtdiode green I
 201 Leuchtdiode red I
 50 202 Leuchtdiode green II
 203 Leuchtdiode service I
 204 Leuchtdiode LG-I-State
 205 Leuchtdiode service II
 206 Leuchtdiode LG-II-State
 55 207 steuerbarer Schalter Kanal 1
 208 steuerbarer Schalter Kanal 1
 209 steuerbarer Schalter Kanal 2
 210 steuerbarer Schalter Kanal 2
 211 Spannungsquelle
 60 212 Taster
 213 Start- und Test-Schalter
 214 Impedanzwandler galv. Trennung
 215 ODER-Gatter
 216 Erkennungsschaltung
 65 217 Flip-Flop
 218 Schieberegister
 219 ODER-Gatter
 220 Impedanzwandler galv. Trennung

221 Leitung
 222 Steckverbindung
 223 ODER-Gatter
 224 Impedanzwandler galv. Trennung
 225 Leitung
 226 Steckverbindung
 227 Spannungsquelle
 228 Leitung
 229 Impedanzwandler galv. Trennung
 229' Leuchtdiode
 250 Kondensator
 251 Transistor
 252 Primärwicklung
 253 Übertrager
 254 Zener-Diode
 255 Kondensator
 256 Zener-Diode
 257 Widerstand
 258 Widerstand
 259 Diode
 260 Widerstand
 261 Diode
 262 Pull-Up-Widerstand
 263 Widerstand
 264 Widerstand
 265 Zener-Diode
 266 Kondensator
 267 Widerstand
 268 Diode
 269 Kollektorwiderstand
 270 Schmitt-Triggrer
 271 Treiber
 272 Treiber
 273 Leuchtdiode
 274 Leuchtdiode
 275 Widerstand
 276 Widerstand
 277 Kondensator
 278 Widerstand
 279 Leuchtdiode
 280 Zener-Diode
 281 Kondensator
 282 Kollektorwiderstand
 283 Treiber
 284 Treiber
 285
 286 Treiber
 287 Diode
 288 Treiber
 289 Diode
 290 Kondensator
 291 Widerstand
 292 Eingang
 293 Verstärker
 294 Verstärker
 295 steuerbarer Schalter
 296 steuerbarer Schalter
 297 Steuereingang
 298 Steuereingang
 299 Koppelkondensator
 300 Widerstand
 301 Widerstand
 302 Widerstand
 303 Widerstand
 304 Widerstand
 305 Widerstand
 307 Widerstand
 308 Leitung Schützkontrolle

309 Wiederanlaufssperre
 310 Leitung Befehlsgerät
 311 Leitung interne Wiederanlaufssperre
 312 Leitung Betriebsart
 5 313 Leitung Test zu Taktsteuerung
 314 Optokoppler Dynamic Out I
 315 Optokoppler Dynamic Out II
 316 steuerbarer Schalter
 317 steuerbarer Schalter
 10 318 steuerbarer Schalter
 319 steuerbarer Schalter
 320 steuerbarer Schalter
 321 steuerbarer Schalter
 322 ODER-Gatter
 15 323 UND-Gatter
 324 steuerbarer Schalter
 325 Arbeitskontakt Relais I
 326 Arbeitskontakt Relais II
 327 steuerbarer Schalter
 20 328 steuerbarer Schalter
 329 Ruhekontakt Relais I
 330 Ruhekontakt Relais II
 331 Steuerleitung zu 318
 332 Steuerleitung zu 319
 25 333 Zeitglied
 334 ODER-Gatter
 335 Steuerleitung zu 334
 336 Optokoppler remote start
 337 Leitung remote start
 30 338 Optokoppler 1. Cycle
 339 Optokoppler 1. Cycle
 340 Optokoppler cycle edge
 341 Anschluß Spannungs-Versorgung
 342 Anschluß Wandler 1
 35 343 Anschluß Wandler 2
 344 Anschluß Guard Only Mode
 345 Anschluß Cycle Mode
 346 Anschluß Pull-Up Wandler 1 und Kontakt R
 347 Anschluß Relais 3
 40 348 Anschluß Kontakt RS 3
 349 Anschluß Pull-Up Wandler 2
 350 Anschluß remote start
 351 Relais 3
 352 Optokoppler Guard Only mode
 45 353 Optokoppler One Cycle Mode
 354 Arbeitskontakt RS 3
 355 Optokoppler Wandler 1
 356 Optokoppler Wandler 2
 357 Anschluß cycle edge
 50 358 Anschluß 2. cycle
 359 Anschluß 1. cycle
 360 Relaiskontakte
 361 Brücke Betriebsart fest eingestellt
 362 Brücke Schutzbetrieb
 55 363 Brücke Eintaktbetrieb
 364 Taster
 365 Ruhekontakt
 366 Ruhekontakt
 367 externes Relais
 60 368 externes Relais
 369 Taster
 370 Schalter (betriebsart)
 371 Schalter (betriebsart)
 372 Kontakt von 371
 65 373 Kontakt von 371
 374 Kontakt von 371
 375 Kontakt von 371
 376 Kontakt von 370

377	Kontakt von 370	
378	Kontakt von 370	
379	Kontakt von 370	
380	Leitung	
381	Brücke	5
381'	externe Steuerung	
382	invertierender Verstärker	
383	invertierender Verstärker	
384	Pull-Down-Widerstand	
385	Längswiderstand	10
386	Kondensator	
387		
388	invertierender Verstärker	
389	Leuchtdiode	
390	Widerstand	15
391	invertierender Verstärker	
392	Leuchtdiode	
393	Widerstand	
394	invertierender Verstärker	
395	Pull-Up-Widerstand	20

Patentansprüche

1. Mehrstrahlige Einweglichtschranke zur berührungslosen Überwachung eines Schutzfeldes mit einem Sender (1), der eine Reihenanzordnung von periodisch und zyklisch nacheinander eingeschalteten Infrarot-Sendediode (2, 3, 4) aufweist, die moduliertes Licht abstrahlen, einem Empfänger (15), der eine entsprechende Reihenanzordnung von periodisch und zyklisch aktivierten Photodioden (16, 17, 18) aufweist, von denen jede einer der Infrarot-Sendediode (2, 3, 4) zugeordnet ist und mit einer mehrkanaligen Auswerteeinheit (19, 20) im Empfänger (15), die ein Signal "Schutzfeld nicht frei" erzeugt, wenn mindesten ein Lichtstrahl vom Sender (1) zum Empfänger (15) unterbrochen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Infrarot-Sendediode (2, 3, 4) Puls-Pausenmodulierte Impulse (12, 13) mit einer Kennung ausstrahlen, daß die Kennung (12) einer ausgewählten Infrarot-Sendediode (2) unterschiedlich gegenüber der Kennung (13) der übrigen Infrarot-Sendediode (3, 4) ist, daß die zyklische Aktivierung der Photodioden (16, 17, 18) von einem frei laufenden Oszillator (168) getaktet wird, und daß die Auswerteeinheit (19, 20) die zyklische Aktivierung der Photodioden (16, 17, 18) des Empfängers (15) aufgrund der von der ausgewählten Infrarot-Sendediode (2) empfangenen Lichtimpulse mit dem Sender (1) synchronisiert.

2. Einweglichtschranke nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kennung der ausgewählten Infrarot-Sendediode (2) eine erste Anzahl von vorzugsweise vier Impuls-/Pause-Folgen (12) und die Kennung der übrigen Infrarot-Sendediode (3, 4) eine davon verschiedene zweite Anzahl von vorzugsweise zwei Impuls-/Pause-Folgen (13) enthält.

3. Einweglichtschranke nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Sender (1) ein Ringschieberegister (6) vorgesehen ist, durch welches eine einzige logische "1" taktweise hindurchgeschoben wird, wobei nur der Schiebeplatz (7, 8, 9), der die logische "1" führt, die zugeordnete Infrarot-Sendediode (2, 3, 4) aktiviert.

4. Einweglichtschranke nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Empfänger (15) zwei voneinander unabhängig arbeitende Kanäle mit je einem Ringschieberegister (26, 27) aufweist, durch welche je eine einzige logische "1" taktweise hindurchgeschoben wird, wobei jeweils einem Paar von Schiebeplätzen (28, 32; 29, 33; 30, 34) der beiden Ringschieberegister (26, 27) eine Photodiode (16, 17, 18) zugeordnet ist, und wobei der von einem Schiebeplatz (28 – 34) aktivierte Photodetektor ein den von ihm empfangenen Lichtimpulsen entsprechendes Signal auf eine Sammelleitung (36, 37) der einzelnen Kanäle ausgibt.

5. Einweglichtschranke nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß für jeden Empfangskanal ein unabhängiger Mikrocontroller (19, 20) vorgesehen ist, der jeweils Taktimpulse für die beiden Ringschieberegister (26, 27) erzeugt, wobei nach anfänglichem Einschalten der erste Schiebeplatz (28, 32) der Ringschieberegister (26; 27) aktiviert ist und weitere Taktsignale zur Fortschaltung der Ringschieberegister (26, 27) erst dann erzeugt werden, wenn der erste Photodetektor (16) die Kennung (12) der ausgewählten Infrarot-Sendediode (2) empfangen hat, wodurch die Synchronisation zwischen Sender und Empfänger hergestellt wird.

6. Einweglichtschranke nach den Ansprüchen 3, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringschieberegister (6; 26, 27) mindestens einen Schiebeplatz (10; 31, 35) mehr aufweisen als Infrarot-Sendediode bzw. Photodioden vorhanden sind.

7. Einweglichtschranke nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringschieberegister (6, 26, 27) aus D-Flip-Flops (7; 10; 28 – 31; 32 – 35) aufgebaut sind, wobei der Dateneingang jedes Flip-Flops mit dem Ausgang des vorhergehenden Flip-Flops verbunden ist und wobei der Dateneingang des ersten Flip-Flops mit dem Ausgang des letzten Flip-Flops verbunden ist.

8. Einweglichtschranke nach einem der Ansprüche 2, 3, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß im Sender (1) ein Schaltwerk (5) vorgesehen ist, das bei Aktivierung der ausgewählten Sendediode (2) zugeordneten Schiebeplatzes (7) des Ringschieberegisters (6) eine erste Anzahl von Impulsen (12) erzeugt und bei Ansteuerung aller weiteren Schiebeplätze (3, 4) des Ringschieberegisters (6) eine zweite Anzahl von Impulsen (13) erzeugt.

9. Einweglichtschranke nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltwerk (5) einen freilaufenden Oszillator (79) mit nachgeschaltetem Binärzähler (80) aufweist, daß ausgewählte Ausgänge des Binärzählers (80) mit Decodern (81, 82, 83, 84) verbunden sind, deren Ausgänge zueinander phasenversetzte Impulse (181, 182, 183, 184) erzeugen, wobei einer dieser Impulse (181) nur dann erzeugt wird, wenn der erste Schiebeplatz (7) des Ringschieberegisters (6) eine logische "1" führt, daß die von den Decodern (81 – 84) erzeugten Impulse (181 – 184) über eine gemeinsame Leitung (50) allen Sendediode (2 – 4) zugeführt werden und daß ein anderer Impuls (184) eines der Decoder (84) die Ausgänge aller Schiebeplätze mit Ausnahme des ersten Schiebeplatzes des Ringschieberegisters (6) sperrt, so daß auch der letzt genannte Impuls (184) nur zur Erregung der ausgewählten ersten Infrarot-Sendediode (2) wirksam ist.

10. Einweglichtschranke nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß im Schaltwerk (5) eine erste Erkennungsschaltung (94) vorhanden ist, die beim Einschalten der Energieversorgung einen Impuls (194, 193) erzeugt, durch den eine logische "1" in den ersten Schiebeplatz (7) des Ringschieberegisters (6) eingeschrieben wird.
11. Einweglichtschranke nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der beim Einschalten der Energieversorgung erzeugte Impuls (193) zeitverzögert, vorzugsweise durch einen Zähler (90), dem ersten Schiebeplatz (7) zugeführt wird.
12. Einweglichtschranke nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Zähler (90) nach einer vorgegebenen Anzahl von gezählten Taktimpulsen (z. B. 128 Impulse) eine logische "1" in den ersten Schiebeplatz (7) schreibt, sofern nicht zuvor durch den letzten Schiebeplatz (10) des Ringschieberegisters (6) eine logische "1" in den ersten Schiebeplatz (7) eingeschrieben wurde.
13. Einweglichtschranke nach einem der Ansprüche 1, 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß jede Photodiode (16 – 18) des Empfängers (15) über einen zweikanaligen Analog-Schalter (121, 122, 123) von je einem Schiebeplatz (111 – 113; 115 – 117) mit den Sammelleitungen (36, 37) der beiden Kanäle verbindbar ist und daß die Analog-Schalter (121 – 123) jeweils als separate Bauteile ausgebildet sind.
14. Einweglichtschranke nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikroprozessoren (19, 20) während einer Testphase (Signal auf Leitung 120) die Ausgänge aller Schiebeplätze der Ringschieberegister (26 und 27) unwirksam schalten, zur Überprüfung der Analog-Schalter (121 – 123) auf Fehler.
15. Einweglichtschranke nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Analog-Schalter (121 – 123) kapazitiv (299) an den Ausgang der zugeordneten Photodiode (16 – 18) angekoppelt ist, und zwei separate Verstärker (293, 294) und zwei separate Schalttransistoren (295, 296) aufweist, wobei die Steuereingänge (297, 298) der beiden Transistoren (295, 296) je mit einem Ausgang des zugeordneten Schiebeplatzes der beiden Ringschieberegister verbunden sind, daß die Ausgänge der beiden Verstärker (293, 294) je mit einem der Transistoren (295, 296) verbunden sind und daß die anderen Anschlüsse der Schaltstrecke der Transistoren (295, 296) je mit einer der beiden Sammelleitungen (36, 37) verbunden sind.
16. Einweglichtschranke nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Verstärker (293, 294) aus je einer von zwei voneinander unabhängigen Spannungsquellen versorgt werden.
17. Einweglichtschranke nach einem der Ansprüche 4 bis 7 und 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Sammelleitungen (36, 37) jedes Kanales je mit zwei Komparatoren (146, 149), die auf unterschiedliche Schwellwerte eingestellt sind, verbunden sind und daß die Ausgänge der Komparatoren (146, 149) dem jeweiligen Mikrocontroller (19, 20) des jeweiligen Kanales zugeführt werden, die in Abhängigkeit davon, ob beide oder nur einer der Komparatoren ein Signal erzeugen, ein "Verschmutzungssignal" ausgeben.
18. Einweglichtschranke nach einem der Ansprüche 4 bis 7 und 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß

- beide Mikroprozessoren (19, 20) vor Ausgabe eines ein freies Schutzfeld signalisierenden Signales (Leitung 158, 158') sich gegenseitig über Steuersignale (Leitungen 162, 165) versichern, ob auch der andere Mikrocontroller zum gleichen Auswertergebnis bei der Auswertung des empfangenen Lichtimpulses gelangt ist.
19. Einweglichtschranke nach einem der Ansprüche 4 bis 7 und 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtimpulse auf einer der Sammelleitungen (36, 37) ggf. über einen Komparator (146, 149), einem nicht-nachtriggerbaren monostabilen Flip-Flop (147, 150) zugeführt werden, daß die Ausgangssignale des monostabilen Flip-Flops (147, 150) den Zählengang eines schnell arbeitenden Binärzählers (148, 151) zugeführt werden und daß die Binärausgänge des Zählers (148, 151) mit Eingängen des Mikrocontrollers (19, 20) verbunden sind, wobei der Mikrocontroller (19, 20) langsamer arbeitet als der Zähler (148, 151).
20. Einweglichtschranke nach einem der Ansprüche 4 bis 7 und 13 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikrocontroller (19, 20) beider Kanäle bei einwandfreiem Betrieb und ungestörtem Schutzfeld ein dynamisches Ausgangssignal (Leitung 158, 158') mit vorgegebener Taktfrequenz an einen gemeinsamen fehlersicheren Vergleicher (23) ausgeben, der vergleicht, ob beide Mikroprozessoren gleichzeitig das dynamische Ausgangssignal erzeugen.
21. Einweglichtschranke nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Vergleicher (23) in Relaiskontakttechnik ausgeführt ist.
22. Einweglichtschranke nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Kanal ein Relais (187, 188) zugeordnet ist, das je einen Ruhekontakt (189, 190) und je einen Arbeitskontakt (191, 192) aufweist, wobei die Ruhekontakte der beiden Relais (187, 188) jeweils in einem Auswertekreis für das dynamische Ausgangssignal des anderen Kanales angeordnet sind, während die Arbeitskontakte der Relais je in einem Auswertekreis für das dynamische Ausgangssignal des eigenen Kanales angeordnet sind.
23. Einweglichtschranke nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die dynamischen Ausgangssignale beider Kanäle (Leitungen 158, 158') je einem Transformator-Wandler (185, 186) zugeführt werden, daß die Transformator-Wandler (185, 186) das zugeordnete Relais (187, 188) erzeugen, wobei jeder Transformator-Wandler (185, 186) aufgrund der Relaiskontakte (189 – 192) nur dann ansprechen kann, wenn der andere Transformator-Wandler noch nicht angesprochen hat, so daß beide Transformator-Wandler nur gleichzeitig ansprechen können.
24. Einweglichtschranke nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß beide Relais (187, 188) zusätzliche Kontakte (193 – 196) aufweisen als Schaltorgane der Einweglichtschranke und daß alle Kontakte der beiden Relais jeweils zwangsgeführt sind.
25. Einweglichtschranke nach einem der Ansprüche 4 bis 7 und 13 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikrocontroller (19, 20) jedes Kanales nach erstem Einschalten der Energieversorgung zunächst einen Selbsttest durchführen, beide Ringschieberegister (26, 27) zurücksetzen, sodann die erste Empfangsdiode aktivieren und abfragen, ob die Ken-

nung des ersten Strahles empfangen wurde, sodann erst nach Empfang der Kennung des ersten Strahles die nächst folgende Empfangsdiode aktivieren und deren empfangene Kennung abfragen, bei korrektem Lichtempfang so lange die nächst folgende Empfangsdiode aktivieren und deren Lichtempfang abfragen, bis alle Empfangsdioden einen korrekten Lichtempfang gemeldet haben, worauf ein Schaltbefehl "Schutzfeld frei" erzeugt wird und der Zyklus mit Aktivieren der ersten Empfangsdiode wiederholt wird und daß bei nicht-korrektem Lichtempfang eine der Empfangsdioden ein Schaltbefehl "Schutzfeld nicht frei" erzeugt wird.

26. Einweglichtschranke nach einem der Ansprüche 21 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß Kontakte (365, 366) zusätzlicher externer, von der Lichtschranke angesteuerter Relais (367, 368) in den Überwachungskreis der beiden Kanäle eingeschleift sind.

27. Einweglichtschranke nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß eine Wiederanlaufsperr (351, 333, 354) vorgesehen ist, die nach Unterbrechung des Schutzfeldes oder nach einem durch Fehler verursachten Abschalten der Lichtschranke ein selbsttätiges Wiederanlaufen der nachgeschalteten Maschine unterbindet.

28. Einweglichtschranke nach einem der Ansprüche 22, 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, daß je ein Anschluß der beiden Relais (187, 188) über einem gemeinsamen steuerbaren Schalter (320) mit einem Pol der Energieversorgung verbunden ist.

29. Einweglichtschranke nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß der Schalter (320) in Abhängigkeit von gesetzten oder nicht gesetzten Schaltbrücken (362, 363) oder der Schaltstellung eines Betriebsartwahlschalters (370, 371) sowie in Abhängigkeit von Signalen einer Taktsteuerung (218) geschlossen oder geöffnet ist.

30. Einweglichtschranke nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Betriebsartwahlschalter (370, 371) ein mehrpoliger, zwangsgeführter Schalter mit unterbrechenden, nicht überlappenden Schaltkontakten ist.

Hierzu 23 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

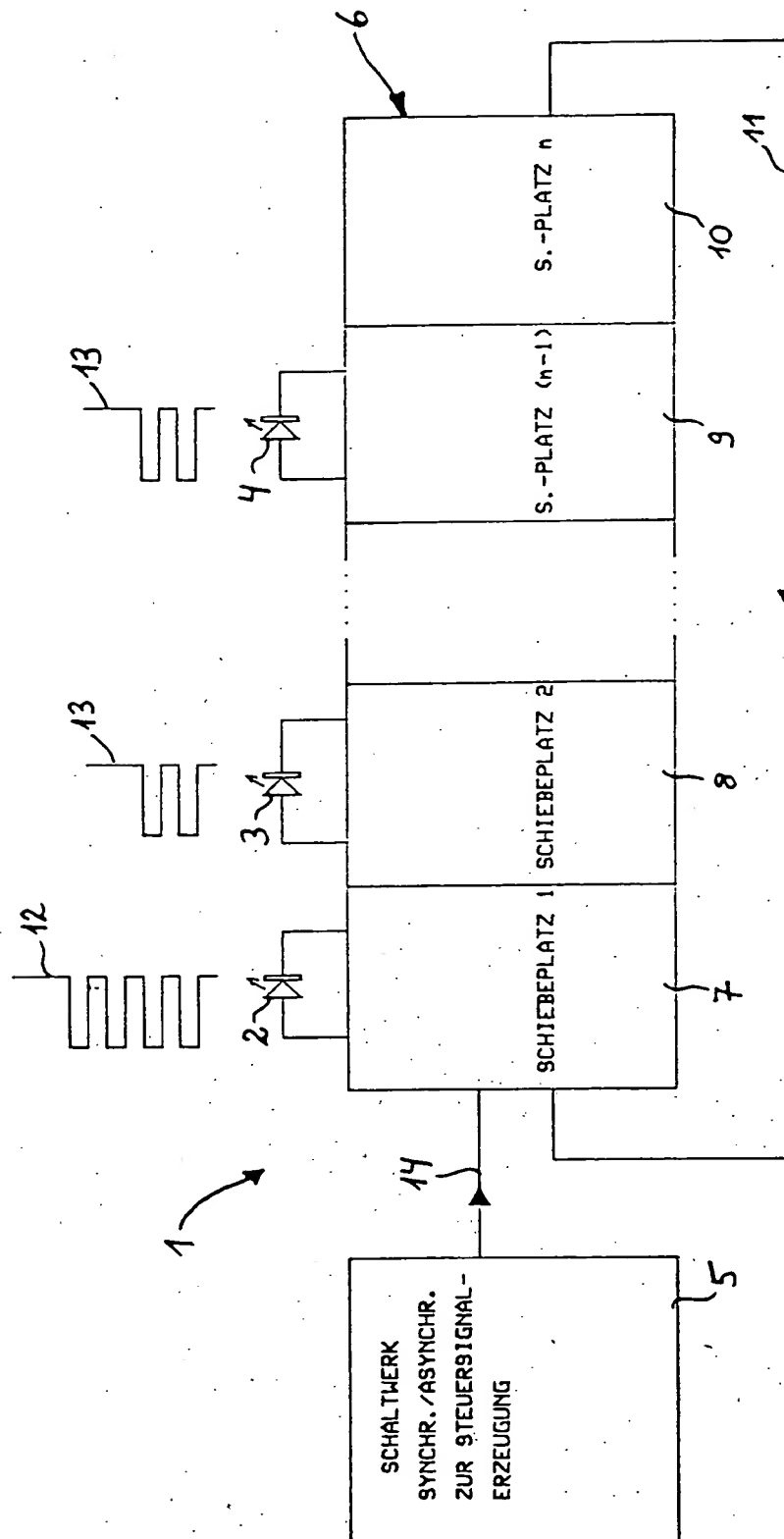
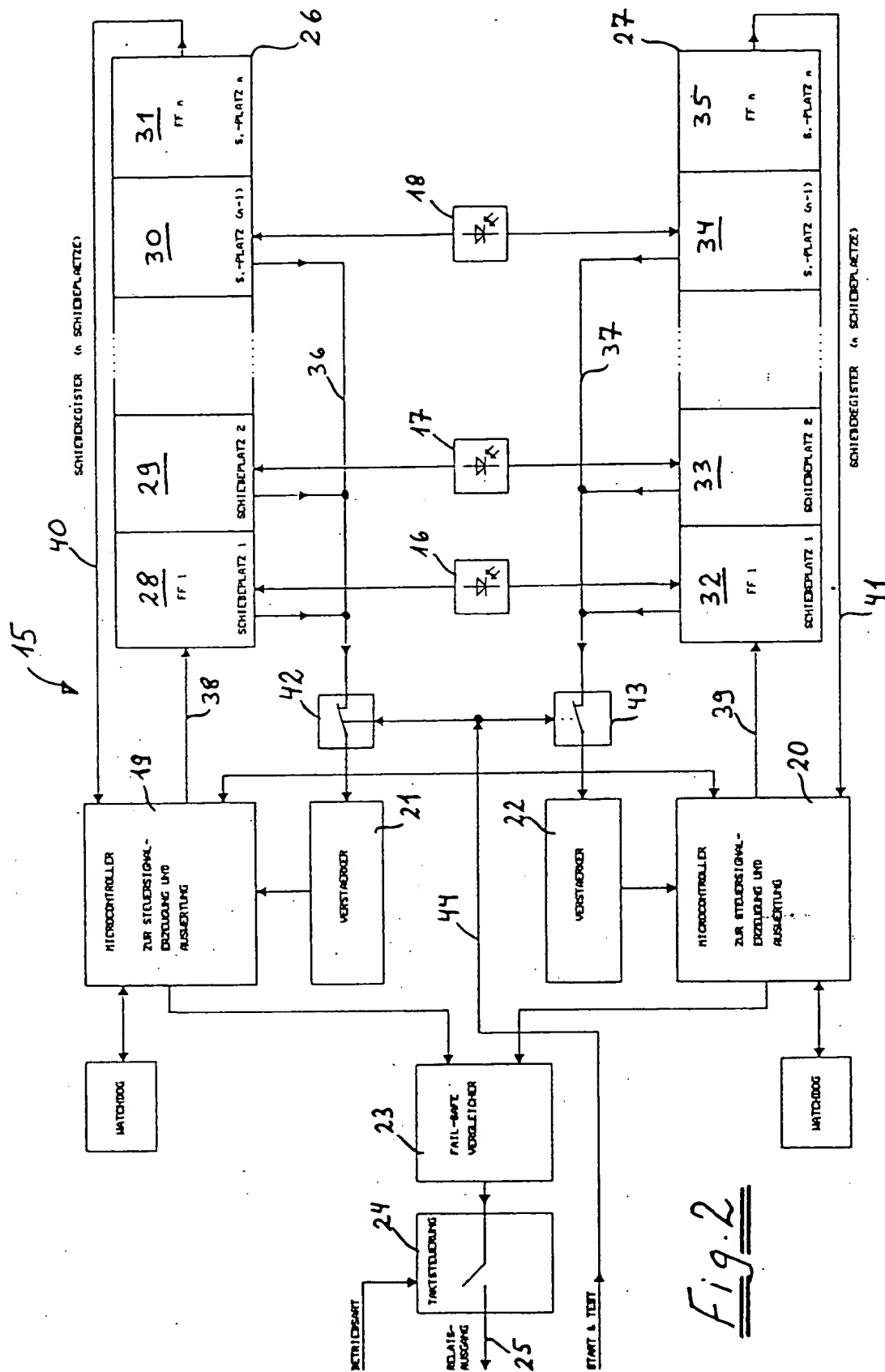


Fig. 1



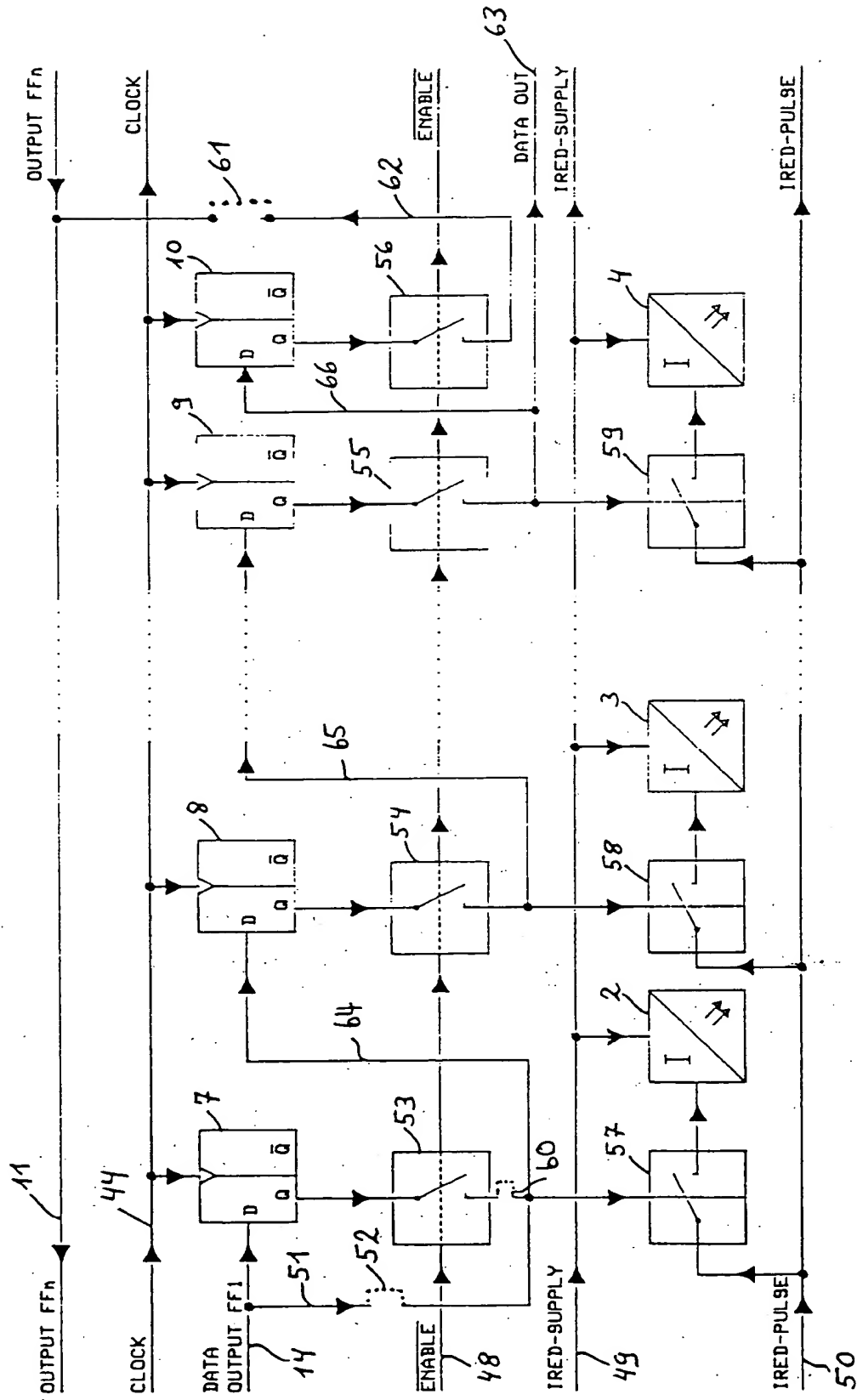
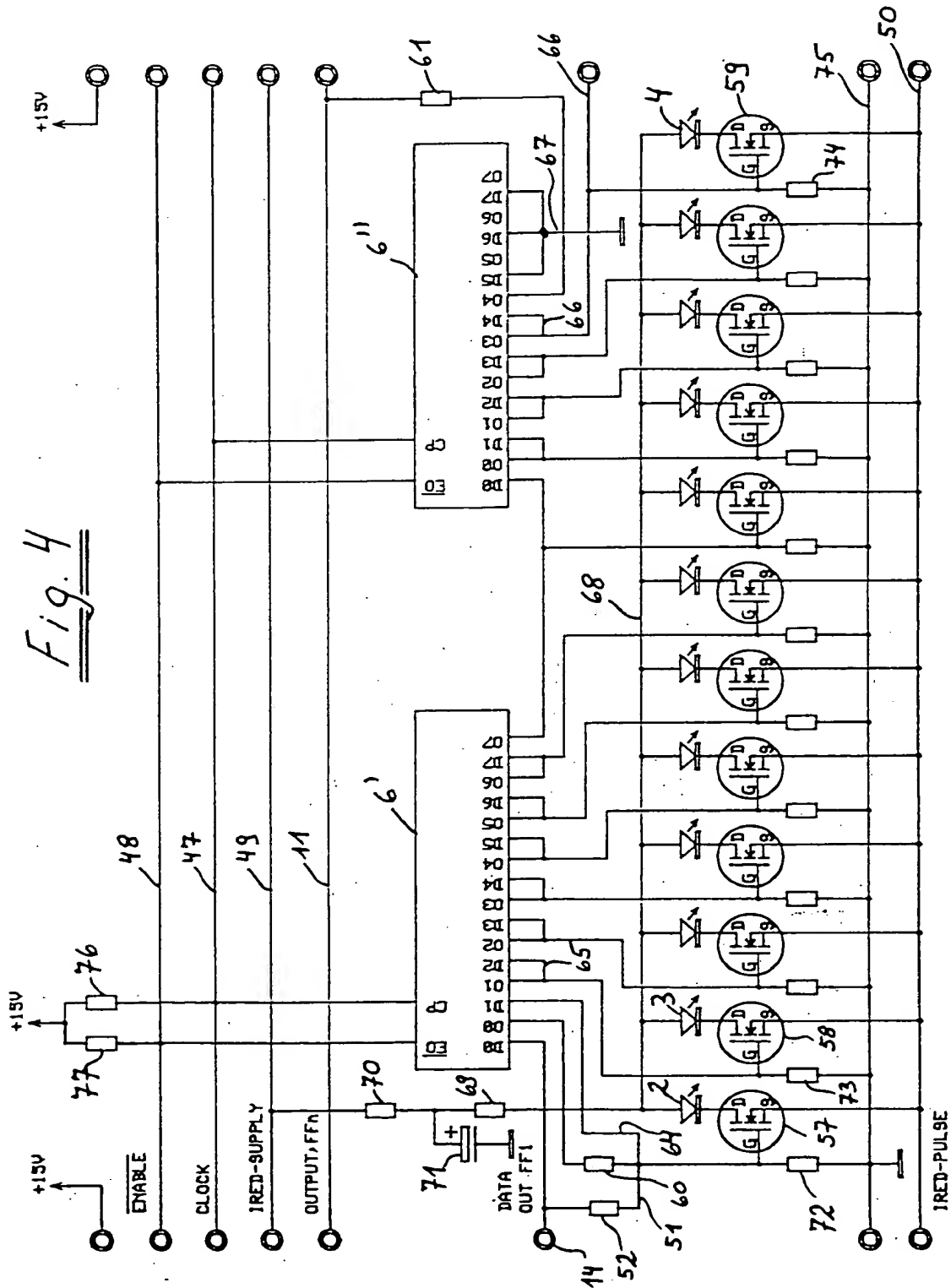


Fig. 3



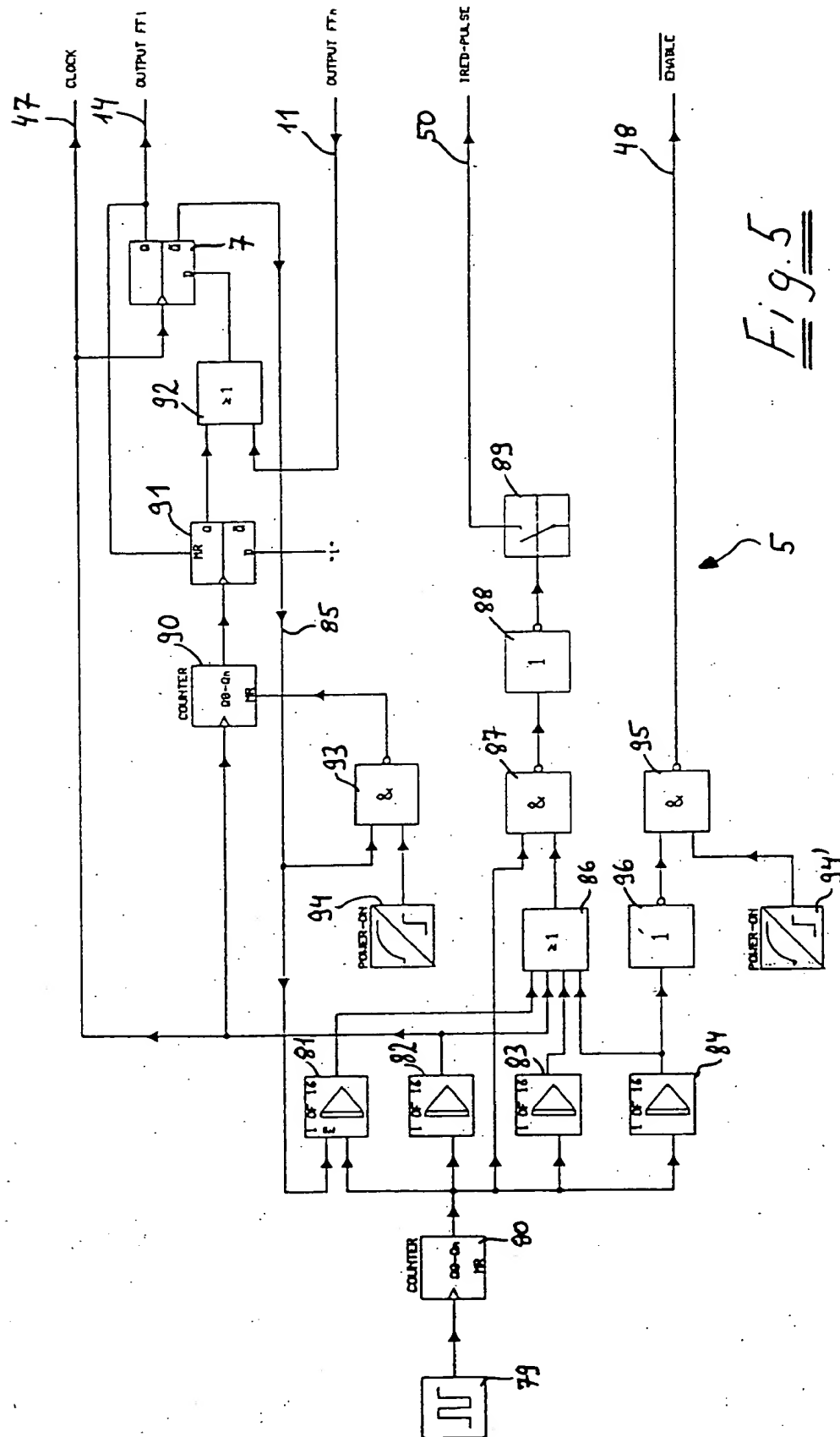
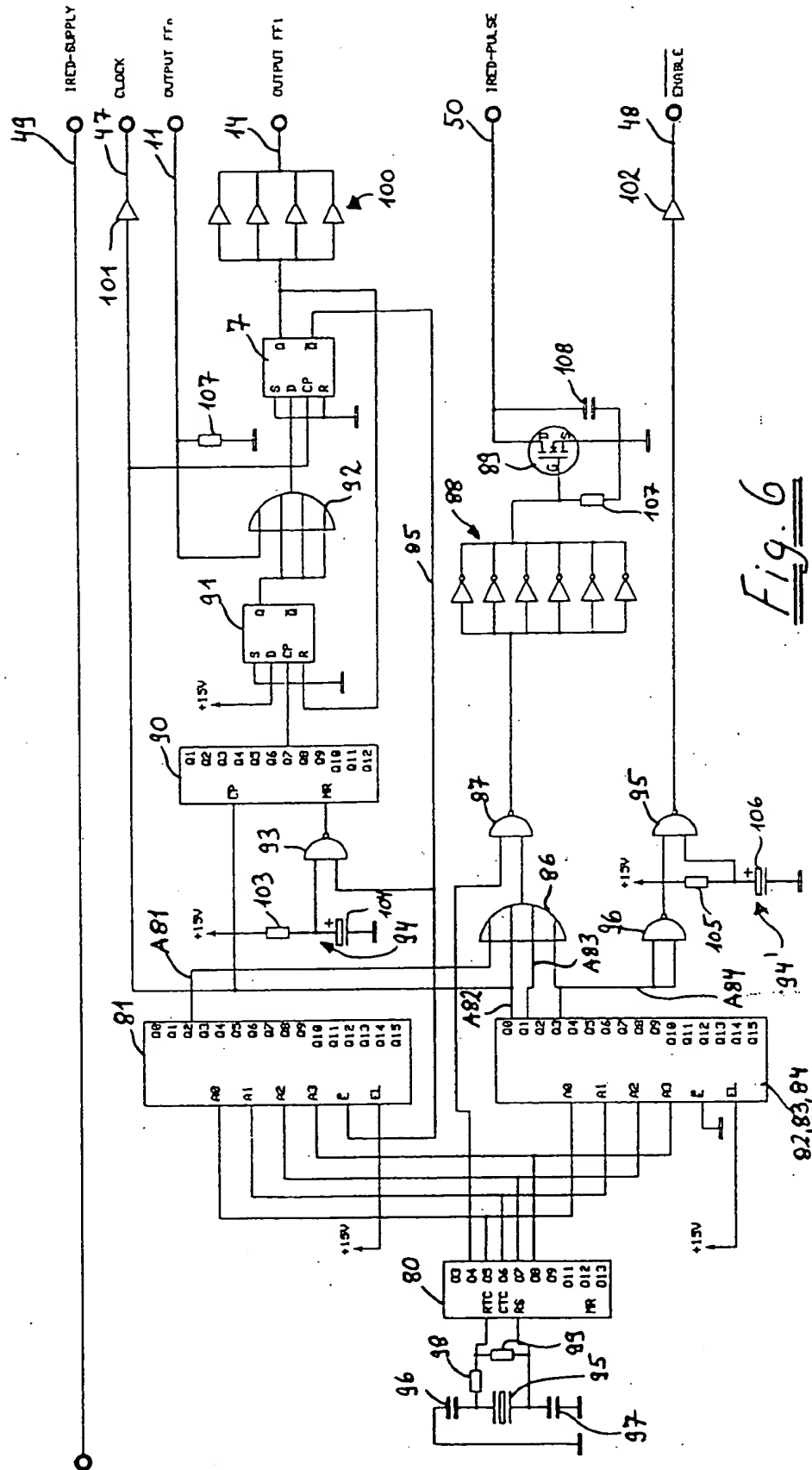


Fig. 5



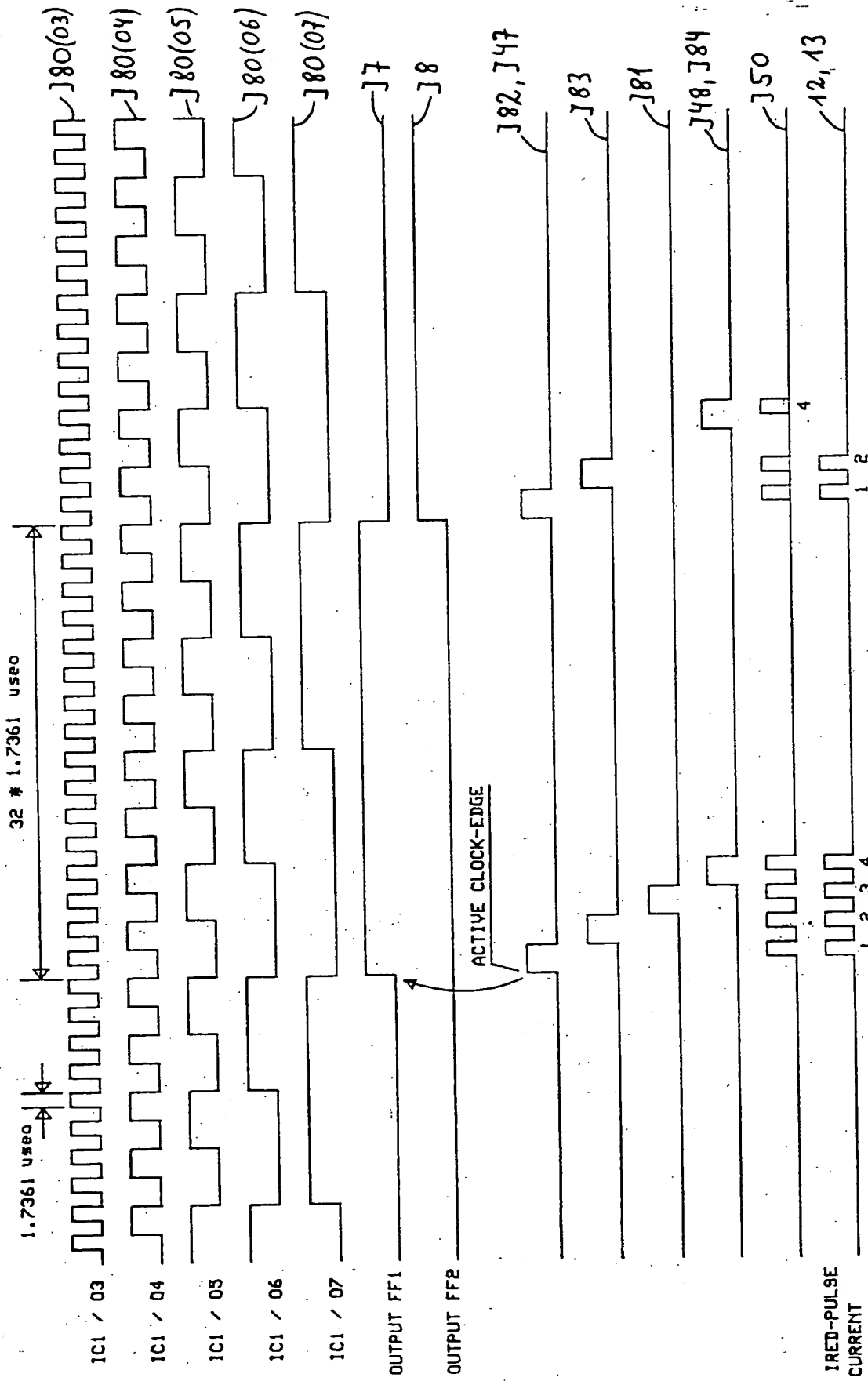


Fig. 7

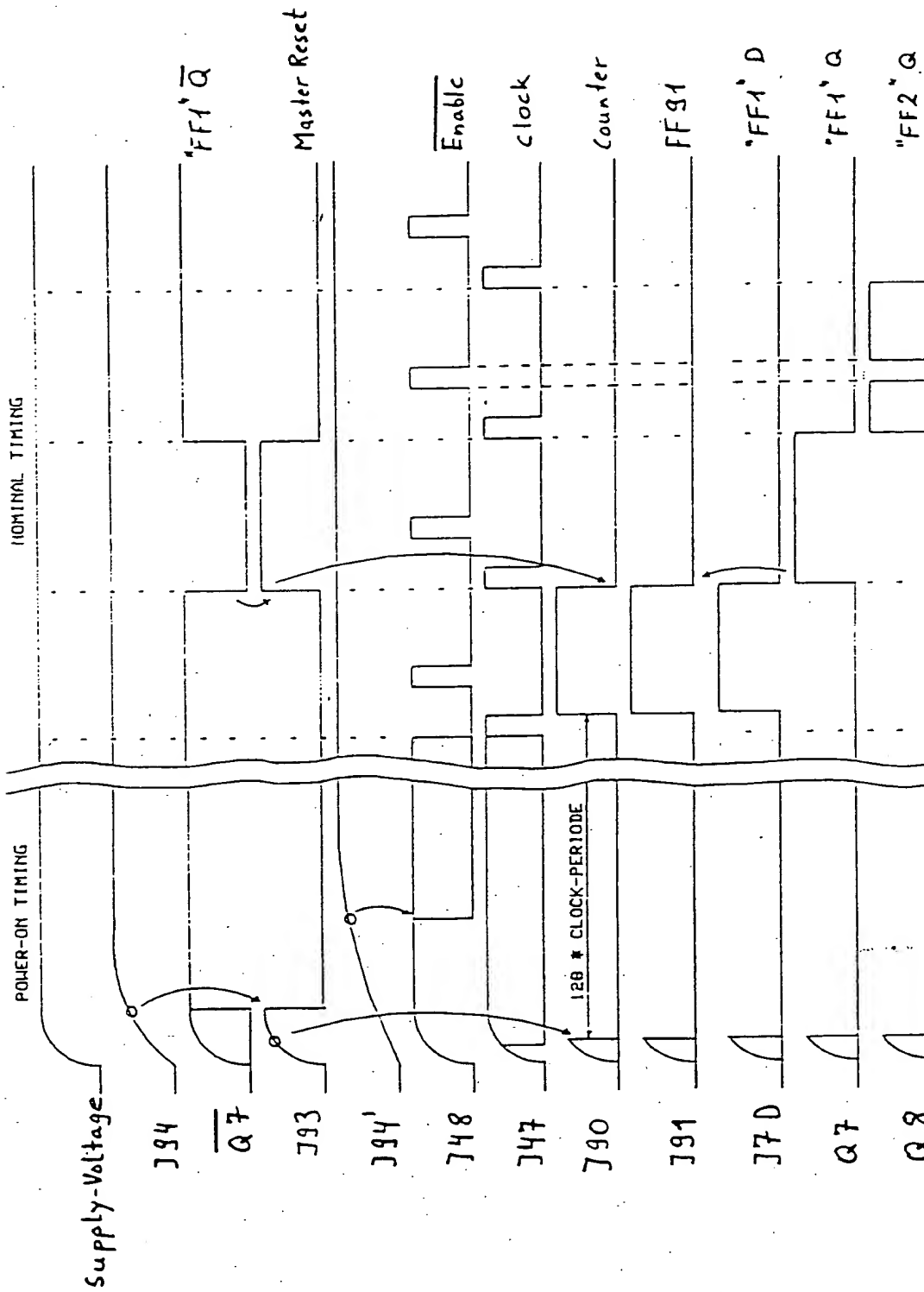


Fig. 8

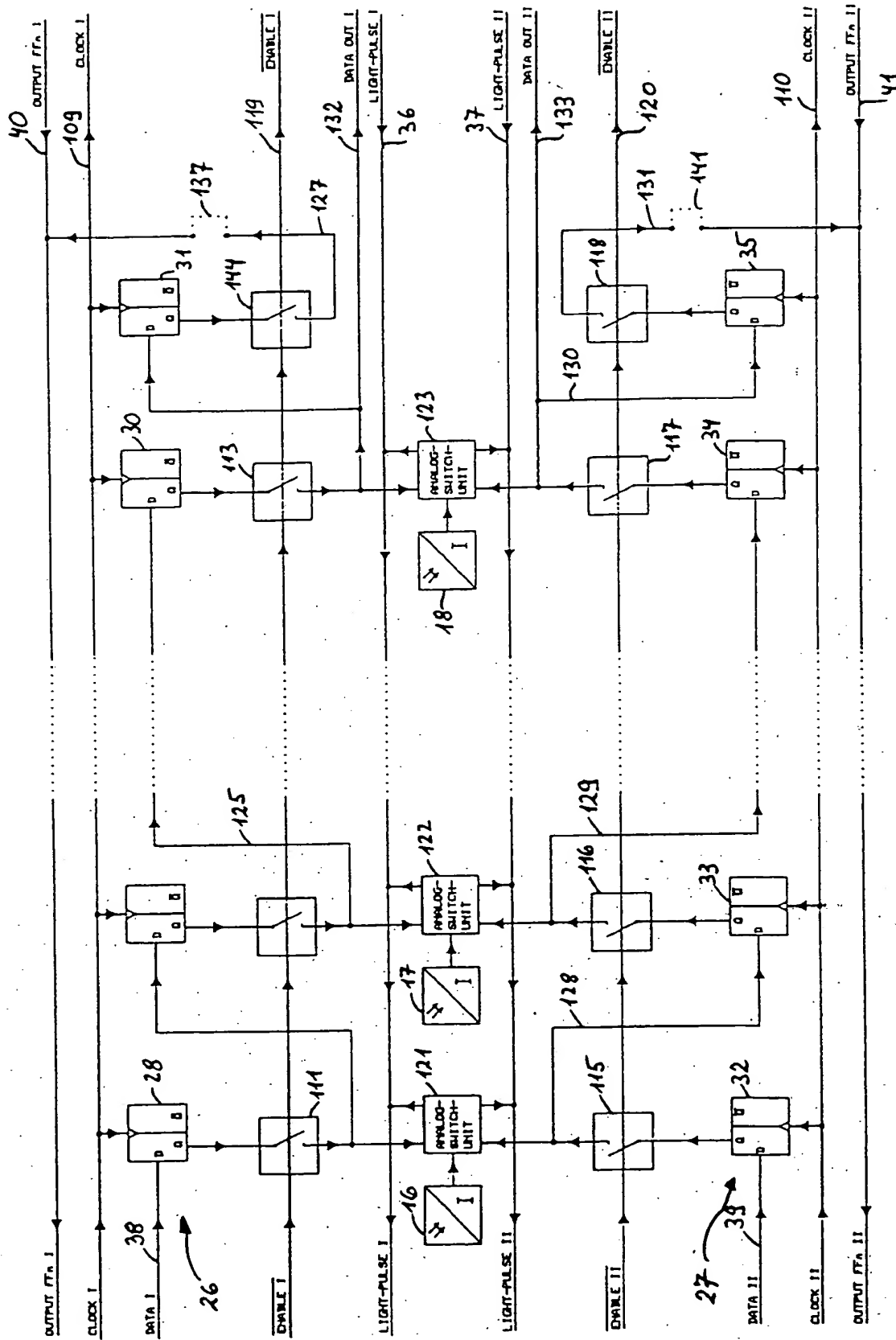
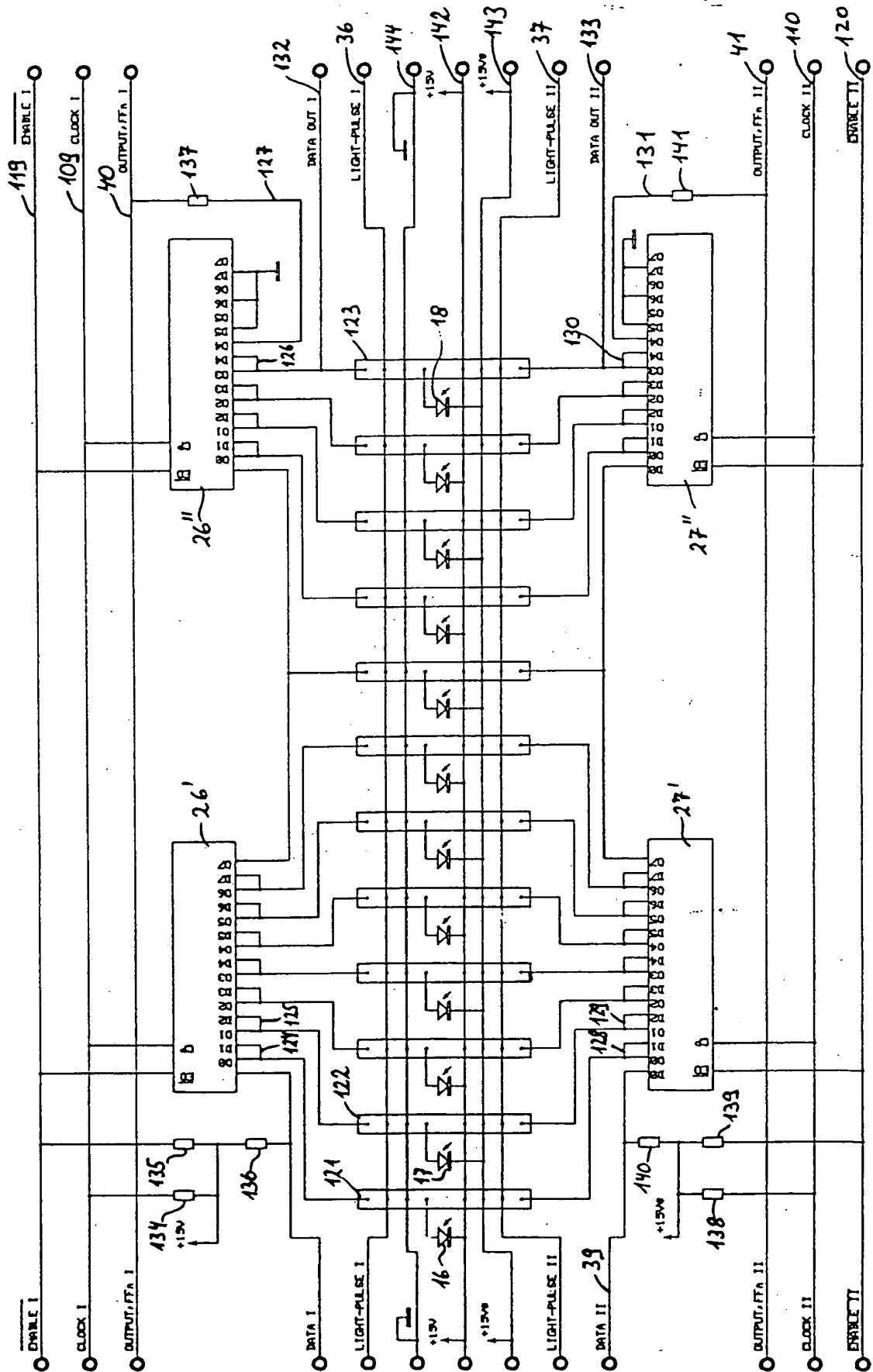


Fig. 9

Fig. 10



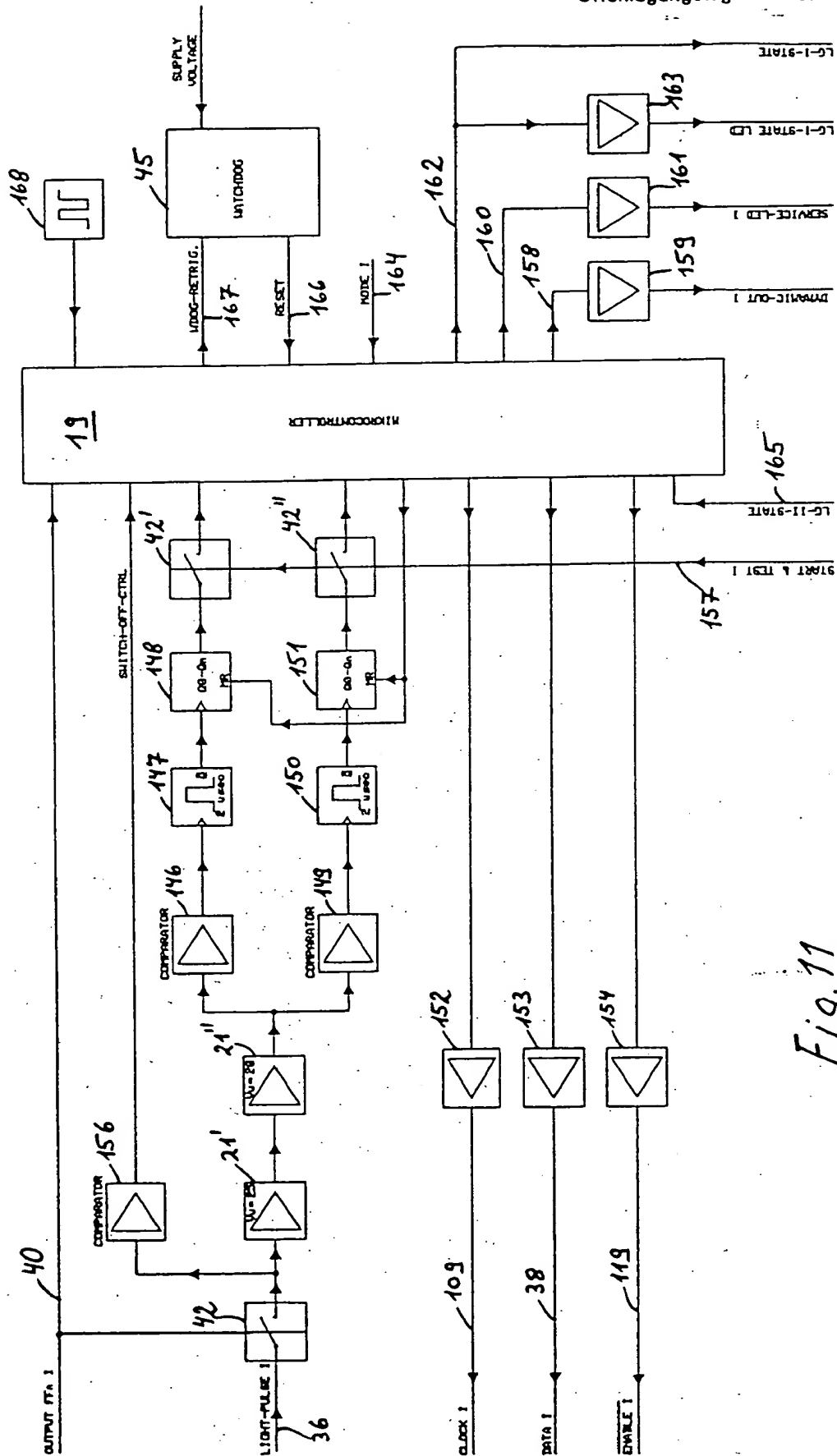


Fig. 11



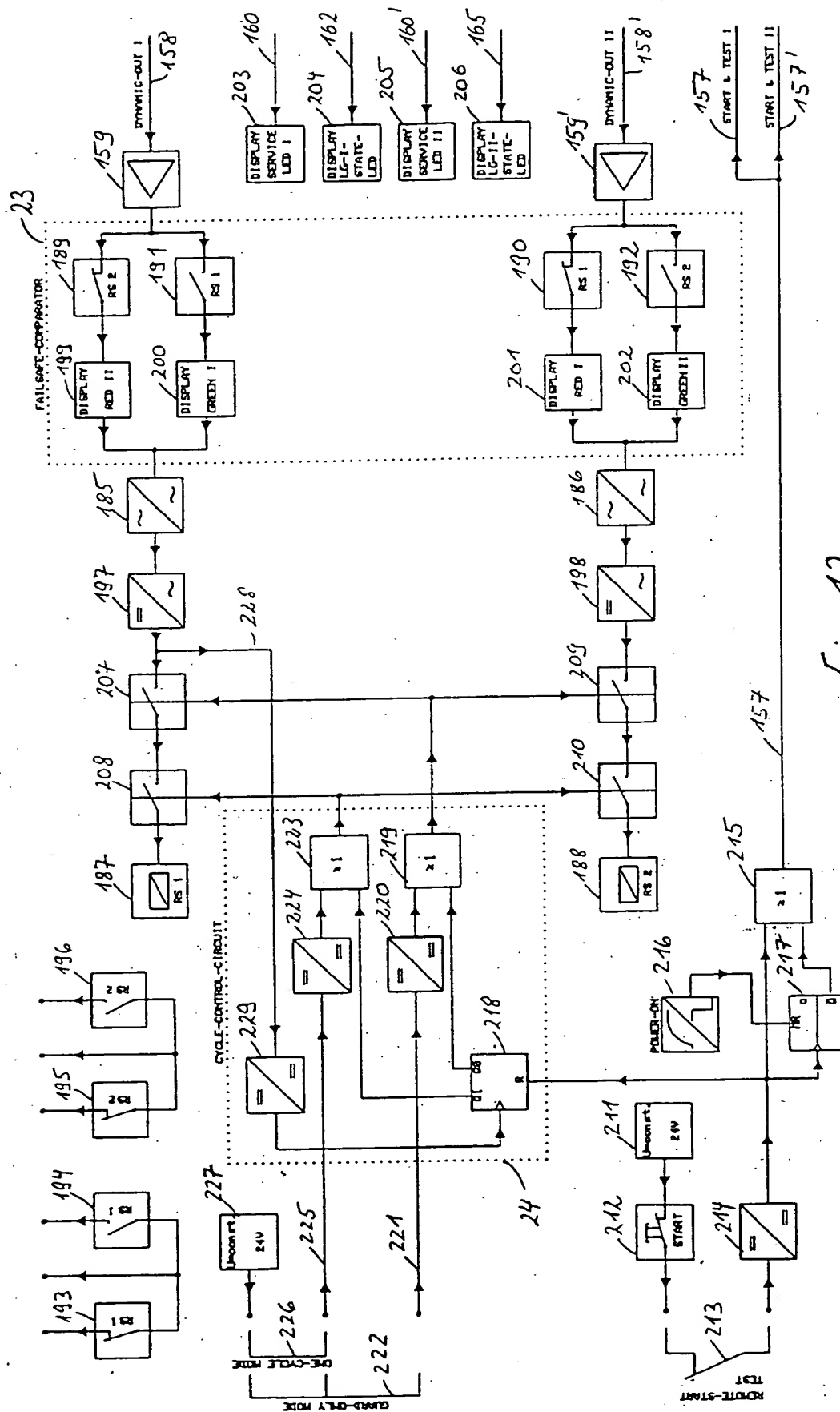


Fig. 13

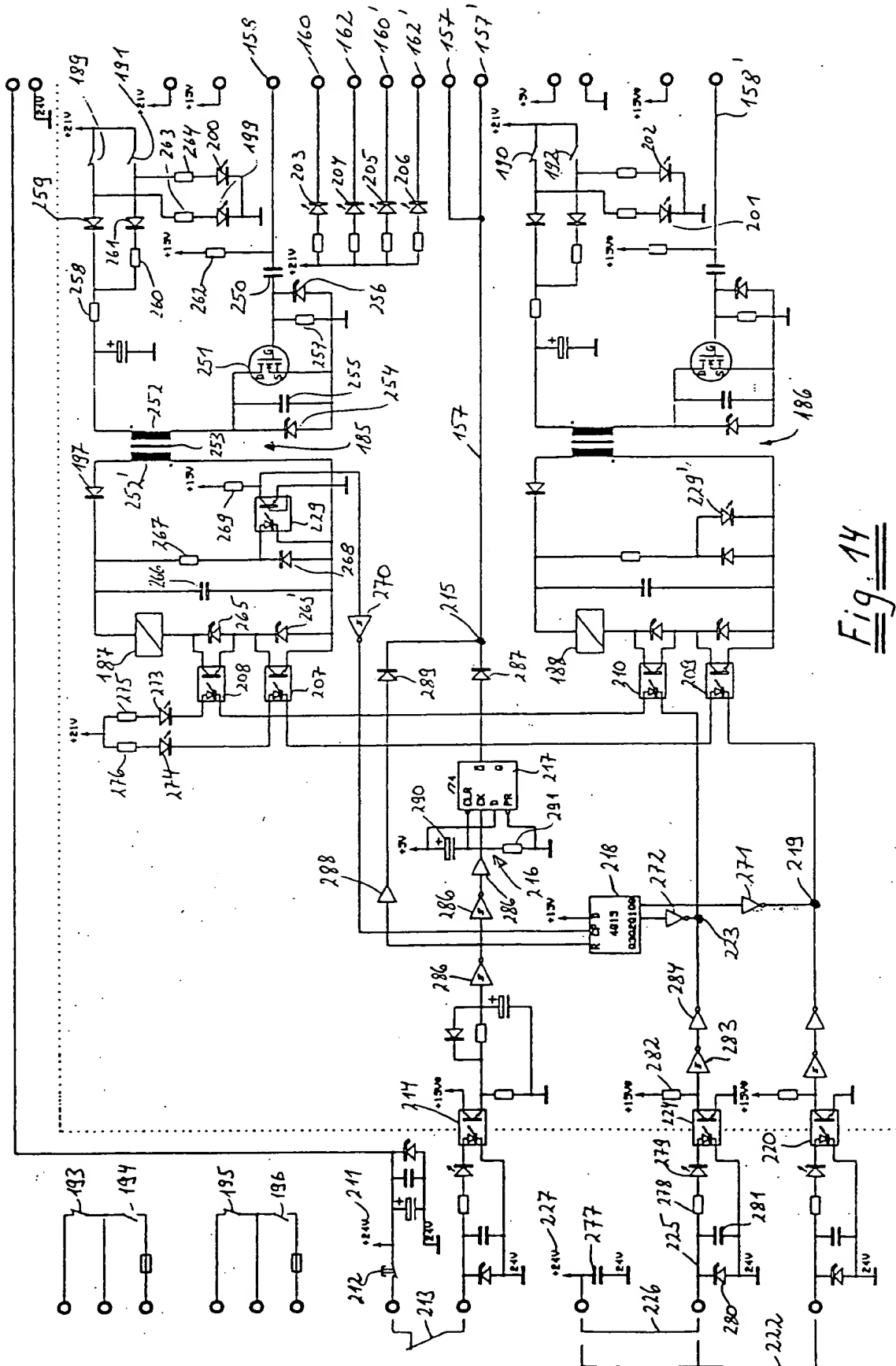


Fig. 14

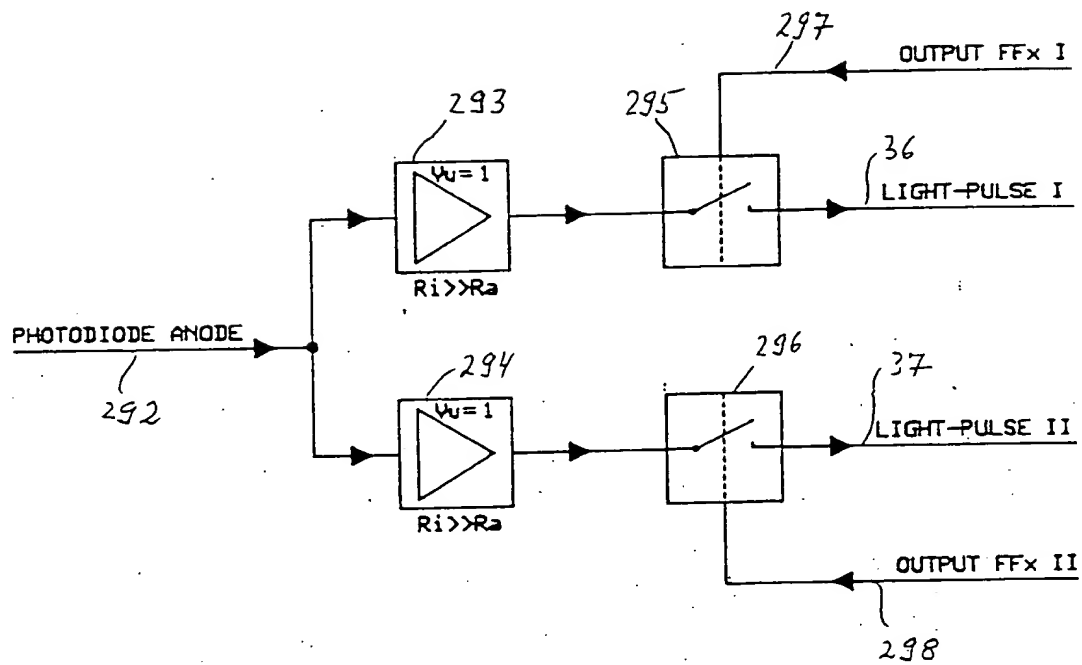


Fig. 15

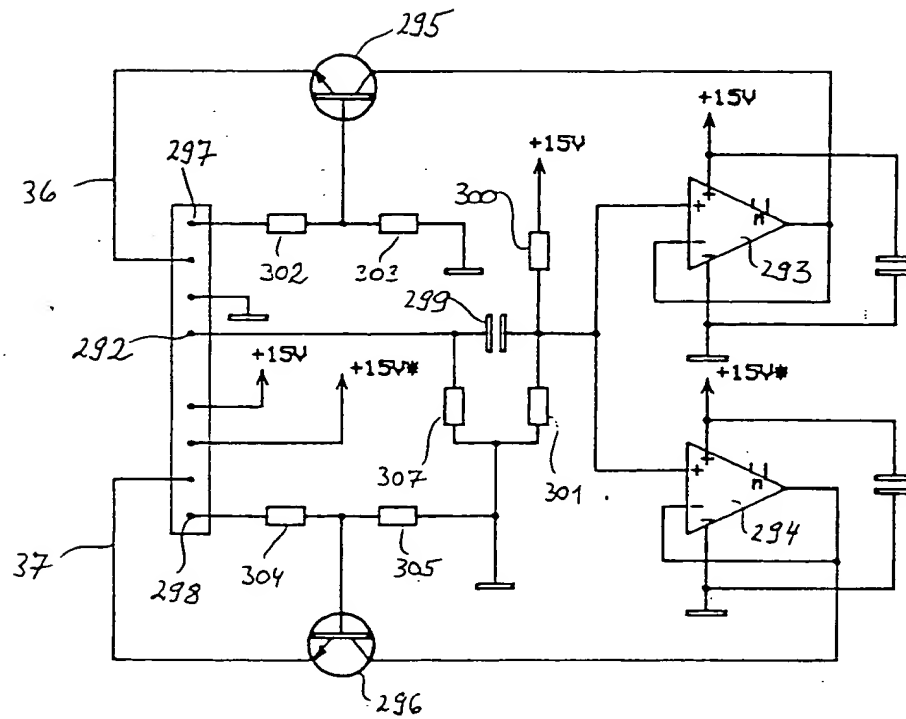


Fig. 16

EMPFAENGER (LGR)

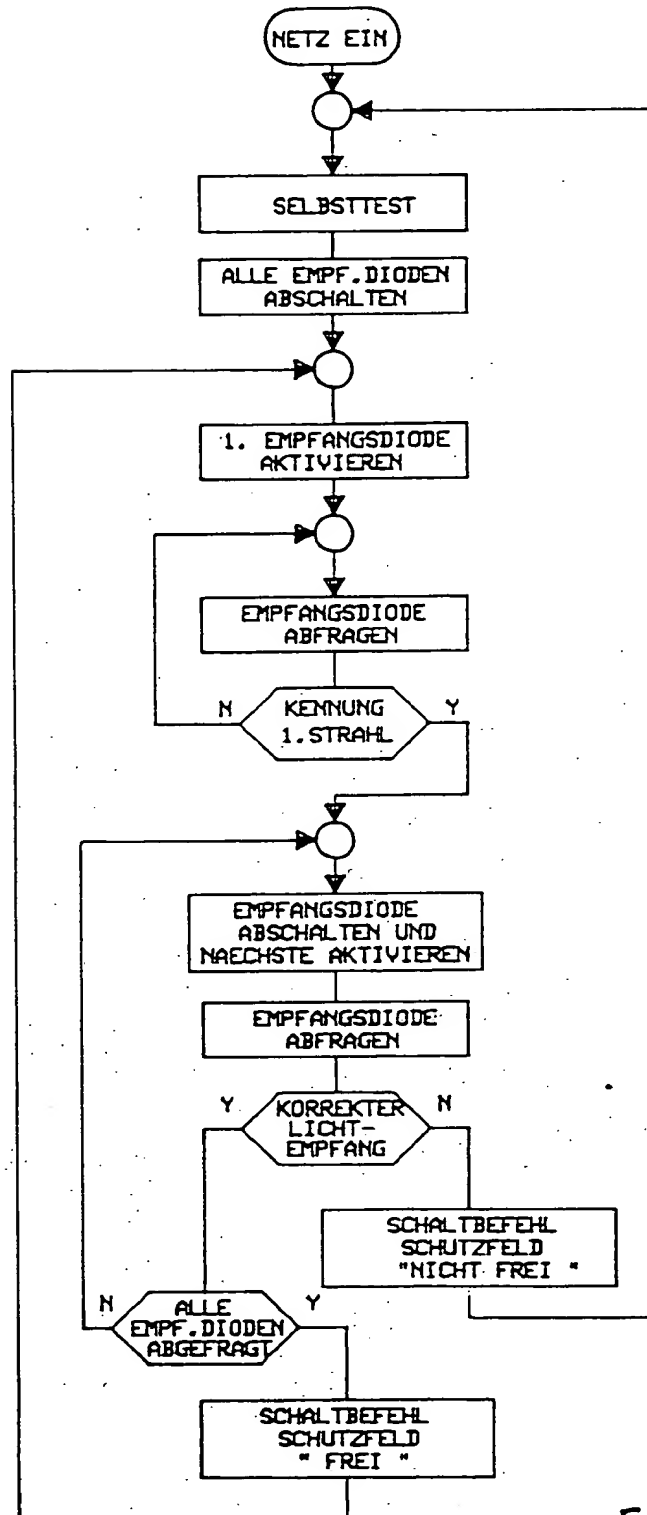


Fig. 17

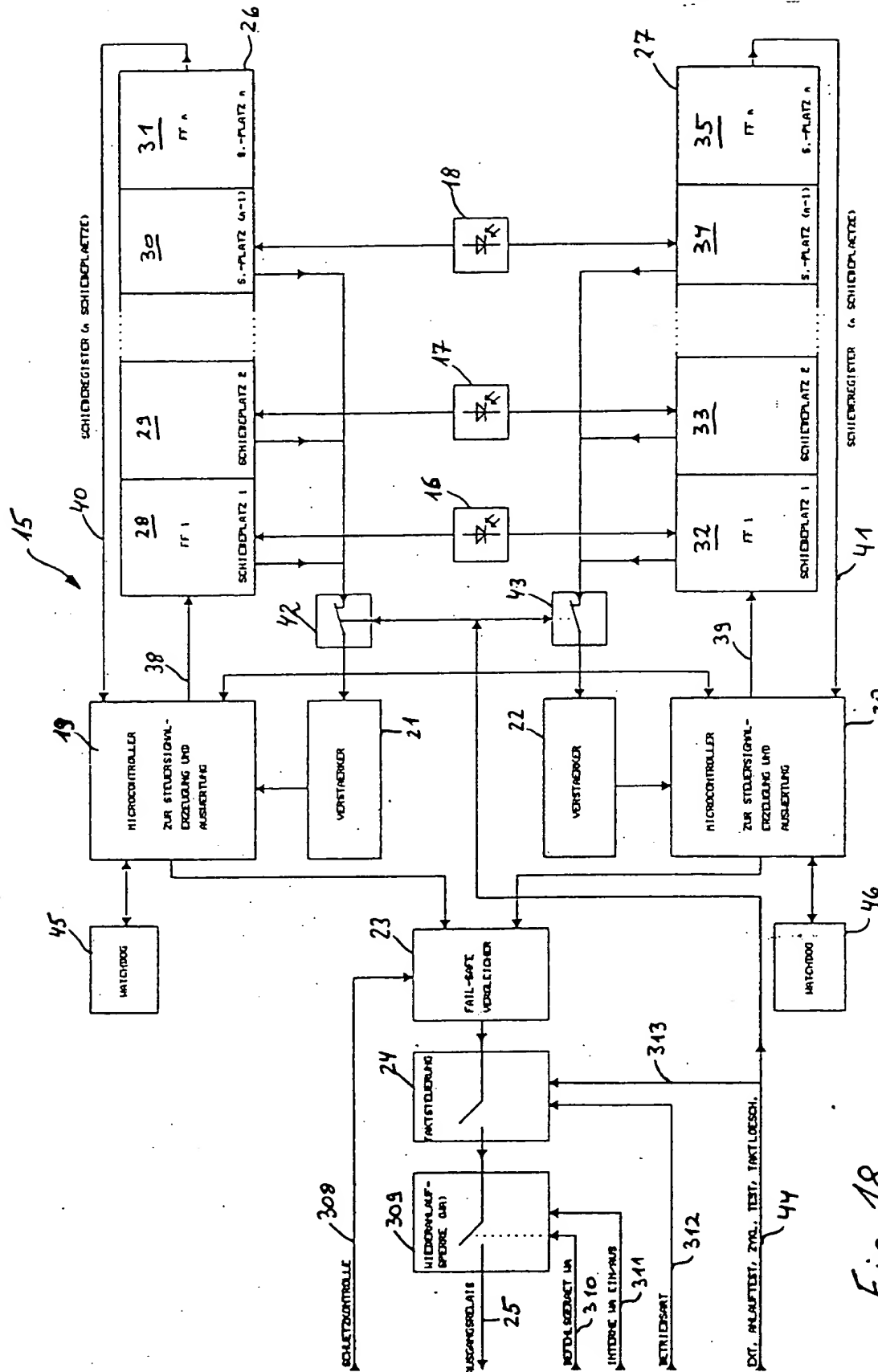
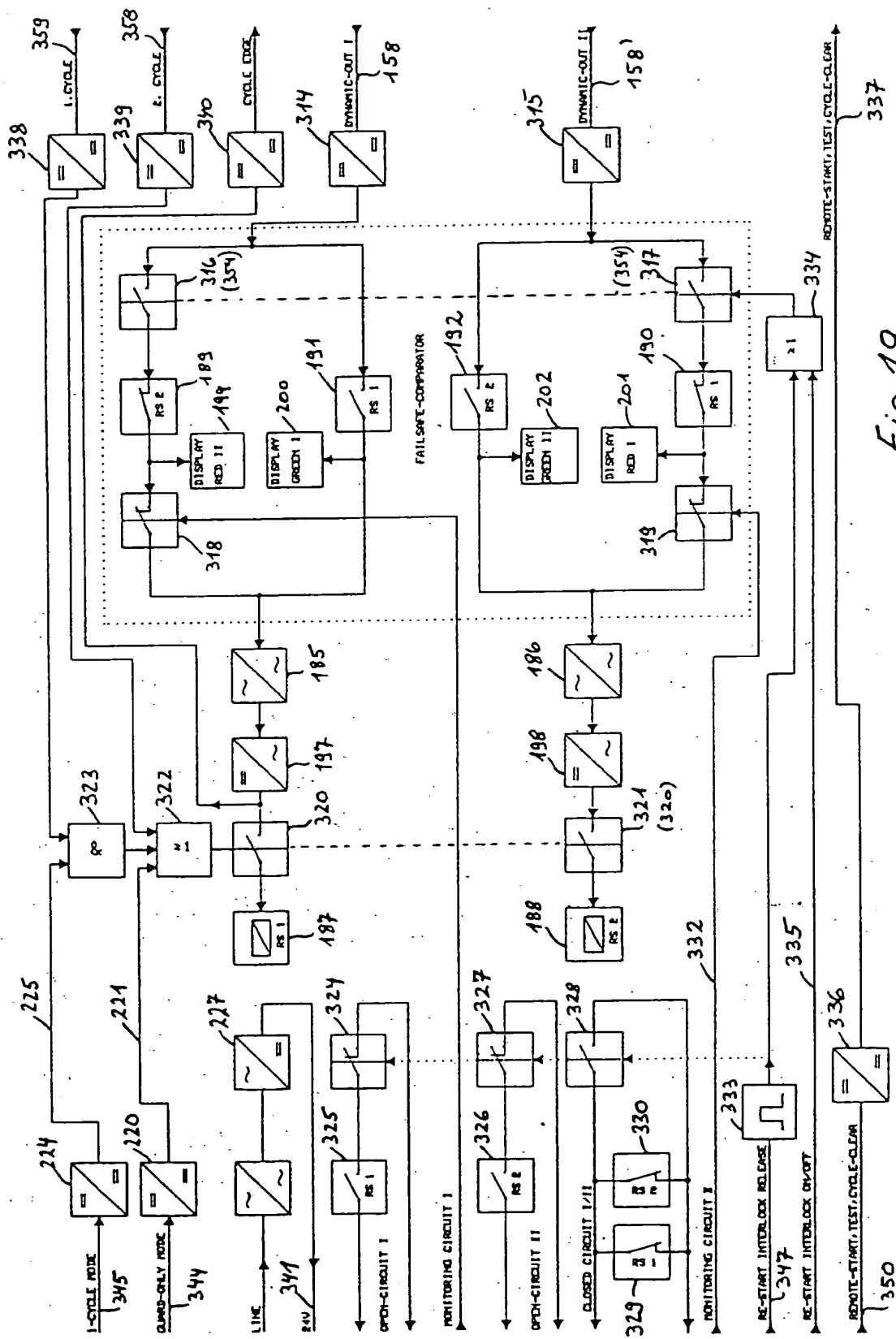


Fig. 18



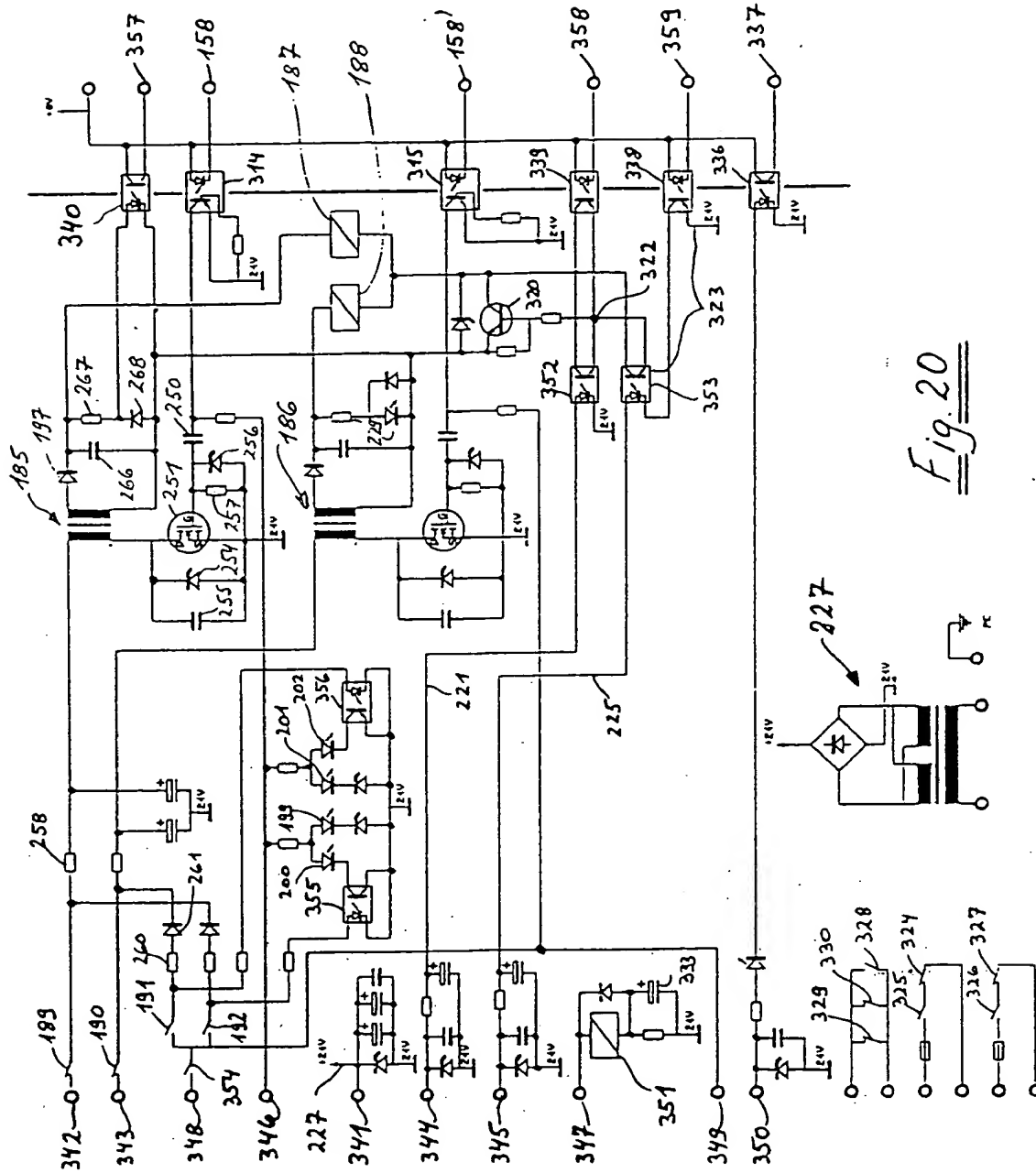


Fig. 20

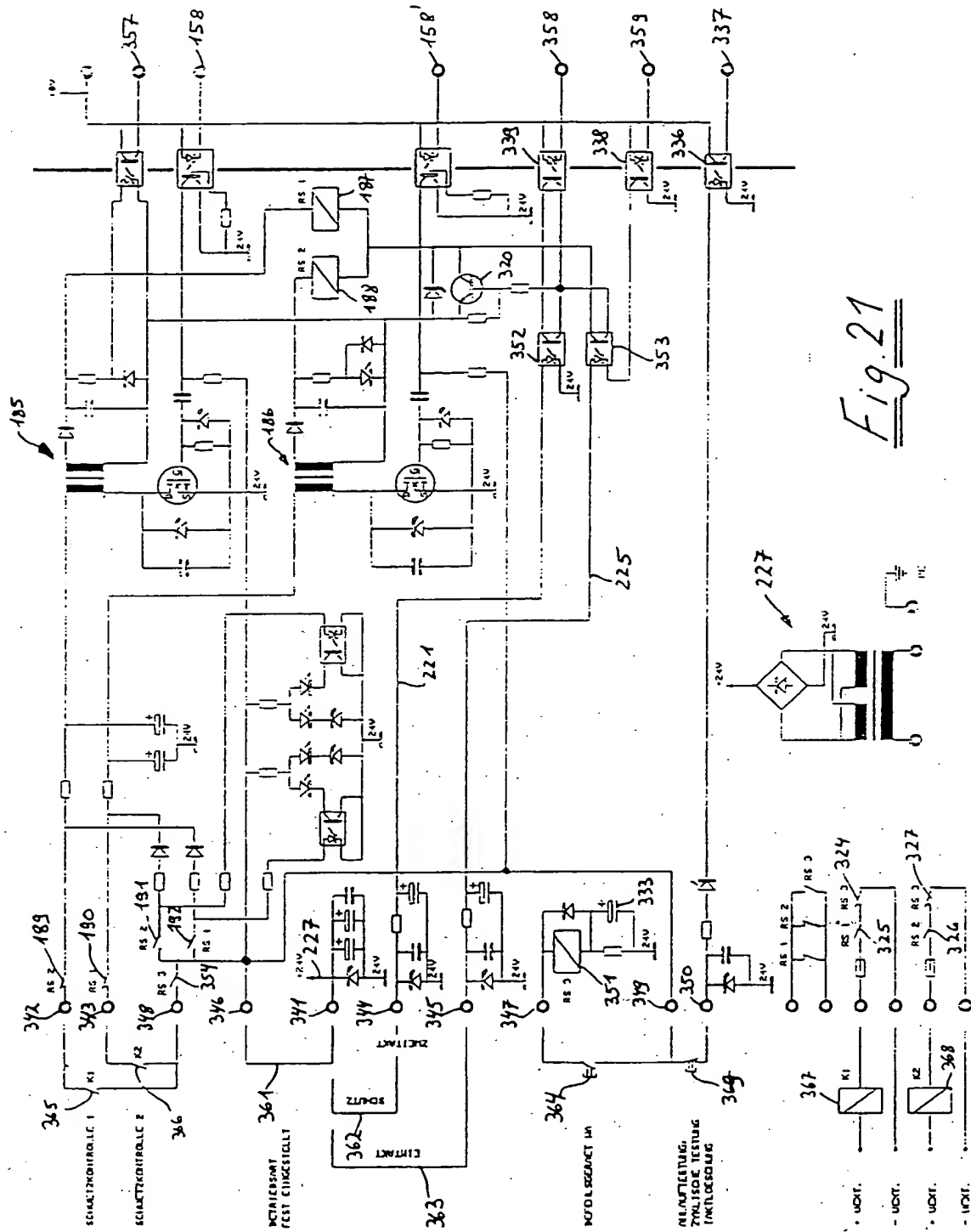


Fig. 21

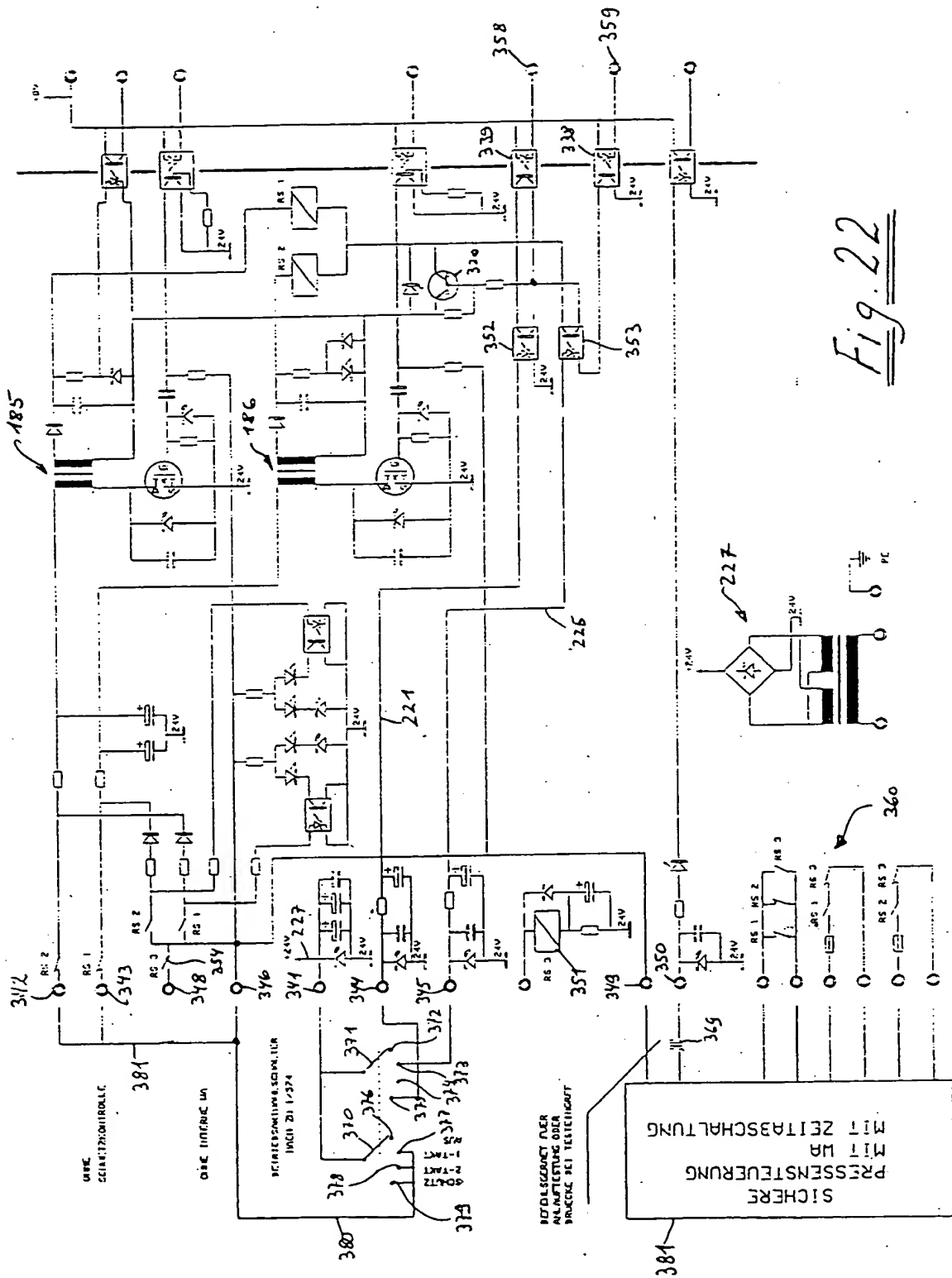


Fig. 22

Fig. 23

